This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

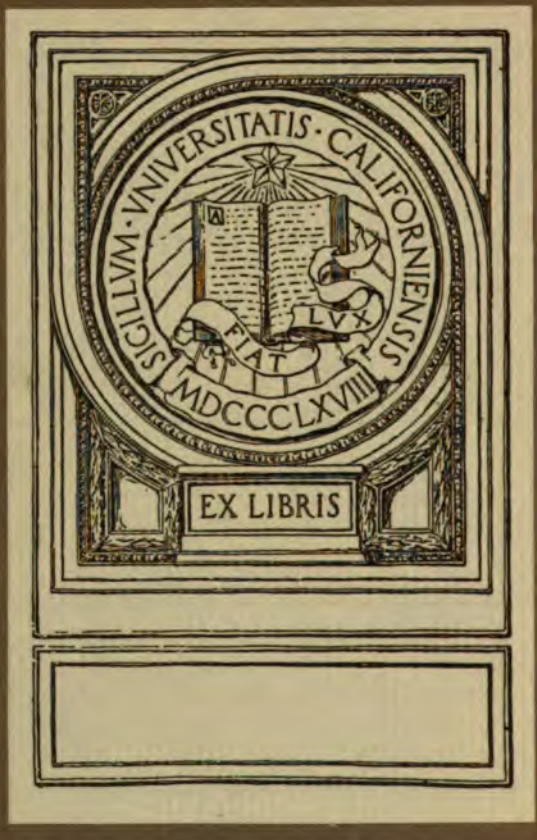
Über Google Buchsuche

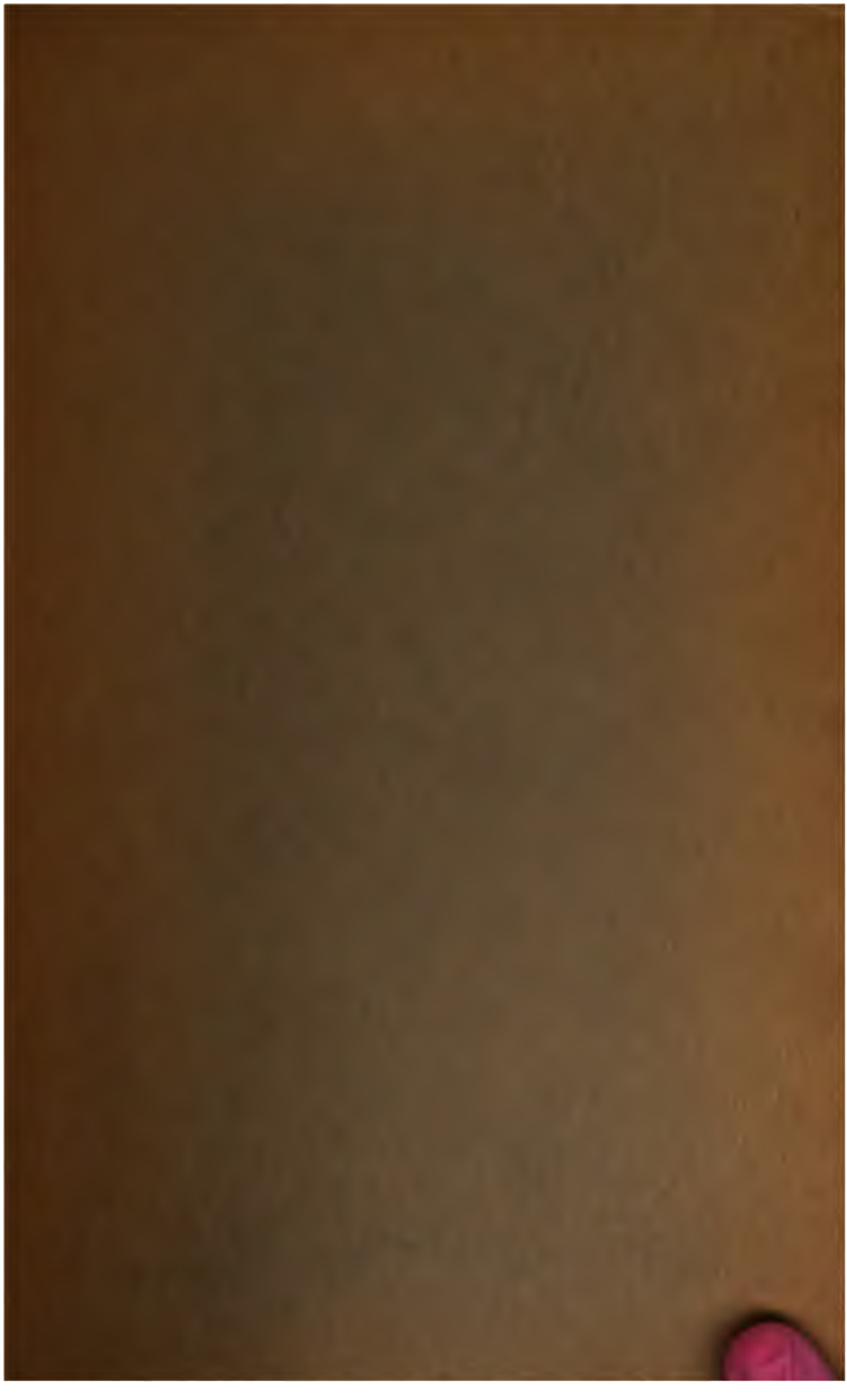
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA

EARTH
SCIENCES
LIBRARY

E
E
I





Beilage

zu

JAHRESHEFTE DES VEREINS FÜR VATERLÄNDISCHE NATURKUNDE IN WÜRTTEMBERG.

63. Jahrg. 1907.

Mitteilungen

der

Geologischen Abteilung

des

K. Württembergischen Statistischen Landesamts,

herausgegeben von dem

K. Württ. Statistischen Landesamt.

No. 1. **M. Schmidt:** Ueber Glazialbildungen auf Blatt Freudenstadt. Mit 1 Tafel.

No. 2. **M. Schmidt:** Labyrinthodontenreste aus dem Hauptkonglomerat von Altensteig im württembergischen Schwarzwald. Mit 1 Tafel.

No. 3. **M. Schmidt:** Das Wellengebirge der Gegend von Freudenstadt. Mit 8 Textfiguren und 2 Tafeln.

Stuttgart.

1907.

QE269
W8
no.1-12

EARTH
SCIENCES
LIBRARY

UNIV. OF
CALIFORNIA

LBC

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Statistischen Landesamtes.
No. 1. 1907.

UNIV. OF CALIFORNIA

Ueber Glazialbildungen auf Blatt Freudenstadt.

Von **M. Schmidt,**
mit vielfachen Beiträgen von **K. Rau.**

Mit 4 Abbildungen und 1 Texttafel.

In nachstehendem gebe ich einige nähere Ausführungen zu der kurzen Behandlung der Kare und anderer mit ihnen in weitester Verbreitung zusammen vorkommender Glazialbildungen auf Blatt Freudenstadt der neuen württembergischen geologischen Landesaufnahme. Denn jene Behandlung beschränkt sich dort aus naheliegenden Gründen fast ganz auf die Beschreibung dieser interessanten Bildungen und geht nicht näher ein auf ihre Entstehung und ihr Verhältnis zu dem, was sonst über die Glazialentwicklung im Schwarzwaldgebirge bisher bekannt geworden ist.

Ein wesentlicher Anteil des meinen Bemerkungen zugrunde liegenden Beobachtungsmaterials wurde durch meinen verehrten Freund, Herrn Forstamtmann Dr. Rau, in dessen Kartierungsanteil an dem Blatte die Hauptmenge der glazialen Erscheinungen fällt, mit großer Sorgfalt zuerst beigebracht, und später bei vielfachen gemeinsamen Begehungen von uns zusammen weiter verarbeitet. Die beschreibenden Abschnitte sind zum Teil — Langenwaldkare, Stufenbildungen in den Talanfängen — in ihrer ersten, von mir später nur stellenweise erweiterten Form von uns gemeinsam verfaßt. Die im zweiten Abschnitt behandelten Stufenbildungen sind, soweit ich aus der Literatur bis jetzt ersehen konnte, von K. Rau überhaupt zuerst beobachtet.

I. Die Kare.

Schon im Jahre 1882 hatte J. Partsch[1] „9 Schwarzwaldseen, welche von hohen, in Lehnstuhlform einwärts gekrümmten Seewänden überragt werden", darunter die Mehrzahl im nördlichen Schwarzwald,

[1] Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und den Mittelgebirgen Deutschlands, S. 131.

755350

in ihrer Lage, Größe und sonstigen Beschaffenheit mit den Bergseen des Böhmerwaldes verglichen, für deren glaziale Natur er in derselben Arbeit Beweise zu erbringen sich bemüht. Im Jahre 1894 veröffentlichte dann A. SAUER im „Globus" eine Mitteilung[1] über zirkusartige, von Seen erfüllte Hohlformen an den Berghängen des mittleren Schwarzwaldes. Er zeigte an typisch entwickelten Moränen in ihrem Ausgang, daß es sich bei diesen einsamen Kesselbildungen nahe den höchsten Rücken des Gebirges nur um Erzeugnisse einstiger Gletschertätigkeit handeln könne. Außerdem wies er nach, daß diese Zirkusseen im Schwarzwald ebenso, wie in den Vogesen, wo man sie schon länger kannte und — wenigstens L. VAN WERVEKE[2] — ebenfalls mit Sicherheit als glazial angesprochen hatte, nicht an das Vorkommen bestimmter Formationen geknüpft sind, sondern im Buntsandstein sowohl, wie im Granit, Gneis und paläozoischen Schiefergebirge entwickelt sein können.

Etwa gleichzeitig, und unabhängig von A. SAUER's Untersuchung, hat auch CH. REGELMANN in den Karbildungen Spuren der Eiszeit erkannt[3] und in seiner Arbeit „Über Vergletscherungen und Bergformen im nördlichen Schwarzwald"[4] eine ganze Reihe von Karbildungen aus den Quellgebieten der Kinzig, Murg, Enz und Nagold beschrieben. Derselbe Autor gab in einer ferneren Veröffentlichung über „Die Gebilde der Eiszeit in Südwestdeutschland"[5] eine umfassende, nach bestimmten Gesichtspunkten geordnete Zusammenstellung der hierher gehörenden Bildungen in den Vogesen, dem südlichen und nördlichen Schwarzwald, in der aus dem letztgenannten, uns hier vor allem interessierenden Gebirgsabschnitt nicht weniger als 101 Kare aus allen möglichen, schon bei 550 m beginnenden Höhenlagen desselben gezählt werden.

Ein wesentlicher Bruchteil aus dieser letzteren Zahl entfällt auf Blatt Freudenstadt, in dessen Bereich bei der Spezialaufnahme 25 deutlich entwickelte Kare neben einigen zweifelhaften Bildungen genauer studiert werden konnten. Dieselben sind in der ersten der beiden ausführlicheren Arbeiten CH. REGELMANN's indes schon so weit be-

[1] Zirkusseen im mittleren Schwarzwald als Zeugen ehemaliger Vergletscherung desselben. Bd. XLV, S. 201—206.

[2] 1893. Neue Beobachtungen an Seen der Hochvogesen. Mitt. der Geol. Landesanstalt von Elsaß-Lothringen III, 2.

[3] 1895. Der Elbachsee am Kniebis, ein Gletscherzirkus. „Aus dem Schwarzwald", Januarheft.

[4] 1895. Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde, I.

[5] 1903. Dieselben Jahrbücher.

sprochen, daß von einer umfassenden Schilderung aller Einzelfälle hier abgesehen werden kann. Es soll daher nur, ehe zu einer Erörterung über die Bedeutung dieser Karbildungen im Zusammenhange mit den neueren Ansichten über die Verfirnung und Vergletscherung des Gebirges überhaupt geschritten wird, an bestimmten Beispielen ein Überblick über die Art der Ausbildung der Freudenstädter Kare gegeben und eine Reihe von Besonderheiten besprochen werden, die einige von ihnen auszeichnen.

Die linke Seite des Forbachtales zwischen Freudenstadt und Baiersbronn bietet ausgezeichnete Gelegenheit, solche Beobachtungen anzustellen, da dort am Finkenberg und Gruberkopf, an einem Berghange von kaum 4 km Länge, nicht weniger als acht deutliche Kare vorhanden sind, einige von ihnen von ausgezeichneter, modellartiger Entwicklung. Wir verweilen also zunächst bei diesen, jedem Besucher von Freudenstadt auf kurzen Spaziergängen bequem zugänglichen Karbildungen, um an ihnen uns von den Eigentümlichkeiten der Freudenstädter Kare eine Vorstellung zu bilden. Der nebenstehende Ausschnitt des Blattes Freudenstadt der Höhenkurvenkarte in 1 : 25000 umfaßt alle im folgenden besprochenen Karbildungen. Ihr Umfang ist, entsprechend der Darstellung auf Blatt Freudenstadt der neuen geologischen Aufnahme, durch eine starke Grenzlinie herausgehoben; einige besonders wichtige Einzelheiten der Kargestaltung sind außerdem nach Möglichkeit gekennzeichnet.

Wir beginnen mit einem Besuch des malerischen, von schönem Hochwald erfüllten Jägerloches, unweit der Haltestelle Friedrichstal-Eisenwerk der Murgtalbahn. Steigt man, von diesem Bahnhof kommend, aus dem bei 580 m liegenden Talgrunde des Forbaches nach Südwest am unteren, offenen Gehänge des vorderen Salenberges bergauf, so erreicht man bei etwa 650 m eine Fahrstraße. Sie zieht sich sanft steigend in eine Einbuchtung des Berghanges hinein, die erst jetzt deutlicher hervortritt. Der Weg verläuft schließlich zwischen steilem Abhang zur Linken, und zur Rechten einem angeschnittenen Vorsprung aus Bergschutt mit groben Blöcken, der wie ein gerundeter Wall sich vom Salenberg auf uns herunterzieht. Haben wir den Vorsprung hinter uns, so gelangen wir auf einen moorigen, horizontalen Boden (bei 675 m) von rundlicher Form und etwa 130 m größtem Durchmesser. Der flache Boden liegt in einer kesselartigen Nische des Gebirges. Rings steigt in schnell zunehmender Steilheit die Bergwand auf, im Hintergrunde in nacktem, von Quellen überrieseltem

Gestein. Wenn wir uns dem Ausgange wieder zuwenden, sehen wir ein zweites, wenn auch kleineres, weniger auffallendes und fast ganz unter uns bleibendes Wallstück, korrespondierend mit dem anfangs passierten, den Kessel auch auf der Jenseite nach außen abschließen, ehe der Weg am Hange des Finkenkopfes ins eigentliche Forbachtal wieder hinausführt. Steigen wir, um einen Einblick in die höheren Regionen des Kessels zu gewinnen, auf einem Zickzackpfad außerhalb, also nördlich von dem Wallstück der Nordseite höher an der Flanke des Salenbergs hinauf, so erreichen wir bei vielleicht 700 m einen zweiten Fahrweg, der wieder in den Schuttwall ein Stück einschneidet, ehe er in das Amphitheater hineinführt. Wir steigen aber an der Stelle vorbei, wo der obere Ansatz des selbständig gewölbten Walles sich sehr deutlich von der Böschung des Berges abhebt, noch höher im Walde hinauf, bis zu einem schmalen, von der äußeren Kante des Salenberges hereinkommenden Fußpfad. Ihm folgen wir und finden uns bald an steiler Bergwand, aus der über und unter uns die Stirne felsiger Abstürze heraussieht. Mancher mächtige Block hat sich schon aus seinem Lager gelöst und wird nur noch von den zähen Klammern der Tannenwurzeln gehalten. Andere, noch fest, beschatten dunkle, tiefe Aushöhlungen, aus deren innerstem Winkel das Leuchtmoos goldgrün hervorschimmert. Quellfäden rinnen dazwischen zu Tal, und vielfach gestattet der halblichte Wald einen Blick in die Tiefe des Kessels, dessen geschlossene Form erst hier so recht in die Erscheinung tritt. Haben wir den Hintergrund erreicht, so steigt unser Pfad aufwärts, um jenseits eines ziemlich scharf bezeichneten Randes auf dem sanftgewölbten Plateau zu münden, wo wir gleichzeitig die aus dem Forbachtal heraufkommende Fahrstraße von Freudenstadt nach dem Sankenbachfalle erreichen. Diese Straße hält sich eine ziemliche Strecke weit nahe dem Rande des Kessels, so daß man dessen unvermitteltes Einschneiden mehrfach gut beobachten kann. Nur an einer Stelle, ganz in seinem Hintergrunde, bildet eine tiefere, im Sommer gewöhnlich ganz wasserlose Erosionsrinne, die vom Sohlhau herabkommt, in seiner Umgrenzung eine deutlichere Unterbrechung.

Die kurze, überaus lohnende Wanderung durch das malerische Jägerloch hat uns mit allen hauptsächlichen Eigentümlichkeiten eines normal ausgebildeten Kares der Freudenstädter Gegend bekannt gemacht. Ein solches Kar bildet eine wohlgerundete, unvermittelt in den sonst immer etwas einförmigen, wenig gegliederten Hang des Buntsandsteinplateaus hineingearbeitete Nische mit steiler bis zu

m hoher Hinterwand, der Karwand, flachem, meist moorigem, in einzelnen Fällen in der weiteren Umgebung noch von offenem Wasser erfülltem Grund, dem Karboden, und einem Abschluß nach außen durch einen mächtigen, oft aus ziemlicher Höhe etwa an dem vorderen Rande des Kessels herablaufenden Schuttwall, dem Riegel[1], der meist mehr oder weniger in seiner Mitte von einem aus dem Kar

Abbildung 1. Kar des Kohlwiesle, westnordwestlich Freudenstadt.

entspringenden Rinnsal ausgeschartet und in zwei isolierte Hälften zergliedert ist.

Die Gesamtform unserer Kare ist, ganz wie bei den aus anderen Gebieten beschriebenen isolierten Karbildungen, die eines breiten, behäbigen Lehnsessels, dessen Armstützen die oberen Teile der Riegel bilden. Das beistehende Bild des jetzt in seinem jungen

[1] Mit diesem Ausdruck sind hier immer nur Schuttriegel gemeint; Riegelbildungen aus anstehendem Gestein scheinen in allen diesen kleinen Buntsandsteinkaren nur selten entwickelt zu sein, da es noch nicht gelang, sie mit Sicherheit zu beobachten.

Waldkleide sehr übersichtlichen Kohlwiesle, westnordwestlich von Freudenstadt, erklärt besser als Worte die Berechtigung dieses vielfach angewendeten Vergleiches.

Einen Teil des Karkessels erfüllte nun in den Zeiten, wo das Kar „aktiv" war, ein völlig isolierter Gletscher. Daß wir uns seine Firn- und Eismasse ziemlich mächtig vorstellen müssen, zeigen die oft recht hoch sich hinaufziehenden Enden der Riegel, die als eine ursprünglich einheitliche, bogenförmige Moräne sein vorderes Ende umgeben (also Stirnmoräne mit Ansätzen von Seitenmoränen, ähnlich wie sie die „uferlosen" Gehängegletscher besitzen).

Wenn wir jetzt unsere Wanderung auch auf die übrigen am Finkenberg und Gruberkopf vorhandenen Kare ausdehnen, werden wir diese Grundzüge der Kargestalt allerdings nicht überall mit derselben Klarheit ausgebildet finden, wie im Jägerloch. Wohl ist die zirkusartige Hohlform, der im Landschaftsbilde am stärksten hervortretende Faktor, fast bei allen etwa mit derselben Deutlichkeit entwickelt, wenn auch Umfang und Tiefe des Kessels wechseln. 300 bis 400 m oberer Durchmesser sind die auf Blatt Freudenstadt am häufigsten vertretenen Maße. Karwände von weniger als 100 m Gesamthöhe gehören zu den Ausnahmen. Daß sie manchmal weniger hoch erscheinen, wird durch flachere Böschungen aus nachgestürztem Schutt veranlaßt, die den an sich schon weniger steilen Übergang vom Karboden zur Karwand jetzt oft mächtig überlagern. In einem der Finkenbergkare, dem der Dampfsäge bei Freudenstadt gegenüberliegenden Franzosengrüble (s. Abbildung 2 auf S. 8), war das Nachstürzen der Wand durch sie durchsetzende Verwerfungsspalten besonders begünstigt, so daß jetzt der ganze innere Raum des Kares von einer schrägen Schutthalde erfüllt ist. Vielleicht liegt ein normaler Karboden unter ihr begraben.

Wohlausgebildete, horizontale Karböden sind überhaupt längst nicht in allen Karen vorhanden. So sind sie am Finkenberg im Urschenloch und dem schon genannten Kohlwiesle wenig ausgedehnt und ziehen sich ziemlich schräg in der Karhöhlung herab. Und doch ist das erstere der beiden sonst ganz normal entwickelt, das zweite zeichnet sich sogar, wie die Abbildung 1 auf S. 5 lehrt, durch außergewöhnlich massige Riegelwälle aus. Es unterscheidet sich dadurch auffallend von dem ihm nach Nordwesten zu benachbarten Kar des Finkenwiesle, das nicht, wie die meisten anderen, sich in die pralle Talwand einarbeiten konnte, sondern im Zuge eines kleinen Seitentales von meist V-förmigem Querschnitt es nur zu sehr

geringer Entfaltung der charakteristischen Hohlform der Karnische und der Moränen gebracht hat. An Stelle der geschlossenen Karwand besitzt es nur rechts und links von einem elliptisch in die Länge gezogenen, auch etwas abfallenden Boden Ausweitungen der Talflanken, und dem geringen Maße des erzeugten Hohlraumes entspricht die bescheidene Entwicklung der Riegelwälle. Das Finkenwiesle ist besonders leicht zu übersehen, da beide Hänge des Tälchens nacheinander von jener Straße von Freudenstadt nach dem Sankenbachfalle benutzt werden, die wir über dem hinteren Rande des Jägerloches schon kennen lernten. Interessant ist besonders, daß im Hintergrunde des Tales, nahe über der Straße, noch zweimal ziemlich deutlich Ansätze einer Karbildung im kleinen zu unterscheiden sind, die geringe Steilhänge vom Charakter der Karwände über sich zeigen und es auch zur Ausbildung kleiner Böden und Andeutungen von Riegelwällen gebracht haben. Die schon vorhandene Talbildung erweist sich hier ganz augenscheinlich als ein die energische Karbildung hemmender Faktor.

In anderen Fällen hat ein schon fertig gebildetes Seitental[1] die Karentwicklung im Bereich der Tallinie überhaupt nicht gestattet, während an den Seitenwänden in günstiger Lage sich Kare einrichteten. So gehört das schon genannte Urschenloch der Südwand des vom Sandwald in der Richtung auf Friedrichstal zum Forbach herunterkommenden V-Tales des Reichenbächle an. Ein anderes, wenn auch unvollkommen entwickeltes Kar, hat weiter oben den günstigsten Teil seiner Nordwand mit Beschlag belegt.

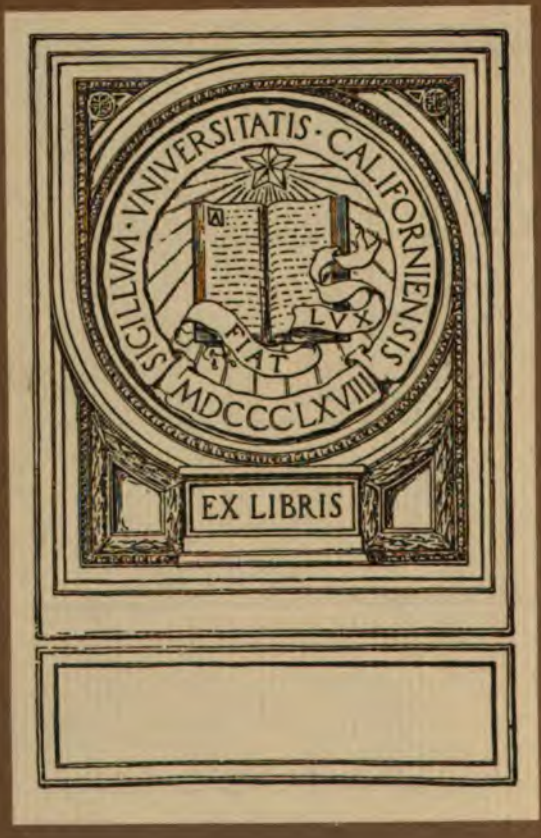
Die „günstige Lage", von der nun schon mehrfach die Rede war, ist für die Karbildungen auch anderer Gegenden Mittel- und Nordeuropas, wie bekannt, die Richtung der Hänge nach Nordost, Ost und allenfalls Südost. Auf Blatt Freudenstadt hat diese Regel streng Gültigkeit, und man sieht deutlich, daß das letzterwähnte Kar in der Forstabteilung Reichenbächle schon unter der weniger günstigen Südostlage zu leiden hatte und sich nur ganz schief entwickeln konnte.

Zwillingsartig ausgebildet ist, wie schon Ch. Regelmann erwähnt, das schöne Kar, in dem das alte Bärenschloß, gleich Freudenstadt nach Westen gegenüber, gelegen ist, denn nahe unter dem alten Bau kann man zwei deutliche, durch eine flache Terrain-

[1] Über das Alter der Talbildungen s. Erläut. Bl. Freudenstadt, Geol. Spezialkarte des Kgr. Württemberg, S. 63 u. 64.

BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA

EARTH
SCIENCES
LIBRARY



nicht die Bergwand weiter oben, über dem Meisenhüttenweg, deutlich die Hohlform der Karwand besäße, die mit der stärker vertieften des Kohlwiesle sich zu einer Doppelnische vereinigt. Der südliche Riegelwall des Kohlwiesle, der beiden Karen gemeinsam ist, wird dadurch zu einer Mittelmoräne.

Ein Zwillingskar ist dann noch der vielbesuchte, mächtige Kessel, in dessen Hintergrunde der malerische Sankenbach-Fall über die roten Felsen herabkommt. Aber hier liegen die beiden Böden, die Weihermiß und der Sankenbachkessel, in sehr verschiedener Höhe (dort 751, hier 677 m), und die Karnatur ist jetzt nur bei dem ersteren noch in Deutlichkeit und Vollständigkeit zu erkennen. Der Sankenbachkessel dagegen drängt sich nach Norden augenscheinlich auch in ein älteres V-Tal hinein, das am Fall und aufwärts von ihm noch selbständig hervortritt. Der Talbach hat wohl mit den Moränenbildungen dieser mächtigen Karbildung stark aufgeräumt. Man hat wenigstens jetzt Mühe, an der nördlichen Talwand die Reste des Riegels des Kesselkares zu unterscheiden. Um so besser ist alles erhalten, was die Südseite an Moränenwällen besitzt. So zieht sich die Mittelmoräne der Zwillingsbildung, das Roßköpfle, als eine breite, mächtige, auf ihrer Oberfläche am oberen Ende unregelmäßig grubige Schuttmasse aus einer Höhe von 776,7 m über 100 m tief bis zum Tale hinab. Kaum geringer sind die Riegelbildungen, die nach Osten die Weihermiß begrenzen. Man kann hier kaum noch von einem einzelnen Riegel reden, angesichts dieser wulstig übereinandergebauten Massen, an deren Fuß die Talstraße eine beträchtliche Strecke entlangführt.

Solche unregelmäßige, wulstige Wiederholungen der Moränen treten angedeutet mehrfach auf, auch in den Finkenbergkaren, z. B. am Jägerloch, von dem im Anfang die Rede war. Hier durchschneidet der Weg, auf dem wir in das Kar gelangten, schon ehe wir von Osten her den besprochenen nördlichen Riegelwall erreichen, eine ähnliche, wenn auch weniger auffallende Vorwölbung des Geländes, die sich am Hange zutal zieht. Weiter unten läßt sich zwar feststellen, daß sie dort nur einen Vorsprung aus anstehendem, unterem Buntsandstein darstellt. Aber über diesem Sockel baut sich oben am Wege ein Schuttwall auf, in dem wir, vor allem von oben, etwa vom obersten Ende des Hauptriegels aus, unschwer eine zweite Moränenbildung erkennen, die der besser entwickelten des eigentlichen Karausganges nach außen vorgelagert ist.

Werfen wir schließlich noch einen Blick in die nördlichsten

Kare am Forbachtal, die am Hange des Gruberkopfes über Friedrichstal gelegen sind, so tritt uns dort vor allem eine Abnahme der Deutlichkeit dieser hoch am Gehänge sich öffnenden Karnischen entgegen. Das erste der drei dort vorhandenen Kare, der Maienplatz, ist noch durchaus typisch entwickelt. Es lohnt wohl einen Besuch, denn über den geräumigen Karboden führt ein Fußpfad zur Karwand und an ihr in Serpentinen hinauf. Er kreuzt in etwa 760 m Höhe eine prächtige Zone schroffer Felsabstürze, ehe er den blockreichen Rücken des Berges erreicht. In dem folgenden Kar, der Wörnersmiß, ist zwar der Karzirkus ganz leidlich entwickelt, aber Karboden und Riegelwälle sind ungewöhnlich geringfügig ausgebildet. Dafür zieht ein unregelmäßiger Schuttstrom von der Mündung des Kares zum Forbachtale hinab, dessen Material unten einen mächtigen Schuttkegel in die Alluvion des Haupttales vorschiebt. Ein dritter Ausschnitt des Hanges, nur wenig weiter nördlich, das Steinäckerle, erinnert wohl in der Hohlform der Hinterwand an die Karbildungen, aber in dieser Vertiefung zieht sich nur eine längliche Schutthalde herab, die sich in Spuren auch tiefer noch verfolgen läßt, um unten unmerklich mit der basalen Abhangschuttmasse der Talwand zu verschmelzen. Wenn wirklich ein Kargletscher hier einmal eine Zeitlang sein Wesen trieb, so war seine Ausdehnung gering und das Produkt seiner Tätigkeit ist bald bis zur Unkenntlichkeit verfallen.

Wir haben nicht nötig, nach einem solchen Rundgang durch die vielgestaltigen Kare des unteren Forbachgebietes auch die Südhälfte des Blattes, deren Täler zur Kinzig hinabführen, noch zu besuchen, um unsere Anschauungen von den Buntsandsteinkaren dieser Gegend wesentlich zu vervollständigen. Aber eine Gruppe von Karen, die einem höheren Abschnitte des Forbachtales angehört, weicht, auf den ersten Blick wenigstens, so auffallend ab von dem bisher gesehenen, daß wir ihnen noch näher treten wollen, zumal sie ebenfalls von Freudenstadt aus bequem zu erreichen sind.

Wenn wir auf der vom Kurhaus Waldeck gemächlich ins Tal hinabsteigenden Kniebisstraße den Wiesengrund und den Forbach erreicht haben, führt uns der diesseits der Brücke von der Chaussee links abzweigende „Inselweg“ unter dem Gehänge des Langenwaldes auf eine ebene Wiesenfläche, die sich über den eigentlichen Grund des Tales ein wenig erhebt. Bald schiebt sich auch zwischen beide ein schmaler, wallförmiger Hügelkamm ein. Ein schöner Aufschluß nahe der „Alten Sägmühle“ läßt erkennen, daß der Wall

Insel ein Steinklotz von mindestens 6 cbm Inhalt frei zutage. Rund geschliffene, flache Gerölle, wie sie fließendes Wasser erzeugt, sind nur an der äußeren Böschung der Wälle nach dem Forbach zu gelegentlich, z. B. an der Insel, zu finden.

Steigen wir nun vom oberen Ende der Insel, da, wo ihr Rücken einbiegend die Talwand erreicht und mit einem auch hier wieder ganz deutlichen Vorsprunge des Hanges verwächst, durch den Wald hinauf und wandern auf der prächtigen Waldpromenade des Teichelweges auf halber Höhe des Berghanges auf Freudenstadt zurück. Der schattige Weg führt uns in Windungen bald in breite Ausschnitte des Berges hinein, bald um vorspringende Ecken herum. Mit Hilfe der Karte können wir feststellen, was der dichte Waldwuchs meist verhüllt, daß die breit grubenartigen Aushöhlungen der Bergwand den Bogenwällen des Tales genau entsprechen, wie auch die vorspringenden Ecken des Hanges auf die Ansatzstellen der Wälle hinabführen. Die felsige Steilheit der Hinterwände der vier Nischen, die oben fast unvermittelt an die flachere Wölbung des Plateaus ansetzen, läßt vollends keinen Zweifel, daß wir auch hier, wie Ch. Regelmann schon 1895 hervorhebt, Karbildungen vor uns haben. Nur sind sie weniger tief in den Berghang hineingearbeitet und seitlich nicht überall so scharf begrenzt, wie viele der kesselförmigen Kargebilde, die wir vorher kennen lernten. Dafür sind sie um so mehr in die Breite entwickelt. Und während der Boden bei fast allen anderen, die wir vorher besuchten, sich merklich über den benachbarten Talgrund erhebt, zum Teil hoch über ihm am Berghang mündet, liegt er hier nur wenig über der jetzigen Talsohle.

Ferner ist den Langenwaldkaren eigentümlich, daß die Durchbrechung des Riegels, die bei dem untersten sehr breit ist, immer ganz nach der Ostseite verschoben liegt, so sehr, daß nur in zwei Fällen dort an der Talwand deutliche Reste der Moräne erhalten sind.

Schließlich zeigen uns zwei der Langenwaldkare, am schönsten das letzte und größte über der Insel, noch eine merkwürdige Besonderheit der Form, vor allem, wenn wir einen Waldweg verfolgen, der ein Stück tiefer, als der Teichelweg, am Hange entlang läuft. Der tiefere, sanfter ansteigende Teil der Karwand ist nämlich durch einen oben horizontalen Absatz gegliedert, der in das anstehende Gestein eingeschnitten ist. Solche Stufen sind auch sonst in mehreren Karen, z. B. im Jägerloch, wenigstens in einem Teil der Hinterwand unter dem steileren Anstieg angedeutet. Aber nur in den Langenwaldkaren sind sie so ausgedehnt und so gleichmäßig

entwickelt, daß sie nicht mehr den Eindruck von zufälligen Unregelmäßigkeiten erzeugen.

Unsere nähere Kenntnis der Vorgänge, die sich in dem so verbreiteten Phänomen der Kare[1] abspielen, und der Bedingungen, unter denen sich Kare bilden, ist in vielen Punkten erst eine Erwerbung der letzten Jahre. Wir verdanken sie, wie bekannt. vor allem den Arbeiten E. Richter's.

Die Kare sind nach ihm allgemein „an das Vorhandensein von Bergabhängen gebunden"[2], die innerhalb oder am Rande der Firnregion gelegen sind. Richter hat an vielen Beispielen der aktiven, nordischen Kare untersuchen können, auf welche Weise Firn und Eis an solchen Hängen wirken, so daß es schließlich zur Ausarbeitung der großartigen Felszirken kommt.

Diese Beispiele lehren vor allem, daß für die eigentliche Ausarbeitung der Kessel eine Mitwirkung von außen, durch von oben hereinströmendes Eis der zusammenhängenden Firndecke der höheren Gebietsteile, wie z. B. v. Richthofen wollte[3], nicht anzunehmen ist[4]. Vielmehr zeigen die beobachteten rezenten Fälle, daß nur isolierte Firnansammlungen zur Erzeugung solcher einfachen Karkessel imstande sind. Selbst die mechanische Mitwirkung herunterbrechender Stücke der die Höhen über dem Kar einhüllenden Firndecke kommt schon aus dem Grunde nicht als irgend wesentlich in Betracht, weil ausgezeichnet entwickelte, in voller Tätigkeit befindliche Kare beobachtet werden — wie der herrliche, nördliche Kjedel am Galdhöpig[5] —, deren oberer Rand von dieser Firndecke gar nicht, oder nur zum geringen Teil bedeckt ist. Dem entspricht es, daß bei diesen norwegischen Karen der Jetztzeit und allen einigermaßen wohlerhaltenen primitiven Karbildungen früherer Vereisungsperioden

[1] Es ist im folgenden nur von den einfachsten Karbildungen, wie die meisten nordischen Botner und ihre Analoga in der Jetztzeit und der Vergangenheit, die Rede, deren Grund ein kompakter, isolierter, kleiner Gletscher ganz erfüllt oder erfüllte, denn nur solche Bildungen kommen für den Vergleich mit den Karbildungen unserer Gegend direkt in Betracht.

[2] 1900. Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen. Petermann's Mitteilungen, Ergänzungsheft 132 S. 4.

[3] 1886. Führer für Forschungsreisende, S. 255—258.

[4] Daß durch Gletschererosion gelegentlich eine Grube geschaffen werden kann, in der sich später noch einmal ein Kar entwickelt, wird von Richter durchaus zugegeben (Hochalpen, S. 7).

[5] Richter, 1896. Geomorphologische Beobachtungen aus Norwegen. Sitzungsber. Wien. Ak., math.-naturw. Klasse, CV. 1. S. 9.

in jetzt eisfreien Gebieten die oberen Ränder der steilen Karwand so unvermittelt an die Wölbung des Gebirges sich ansetzen, daß schon darum an eine Ausschleifung der Kare von oben her nicht zu denken ist.

Daß am Boden des Kares durch den Kargletscher, eine wenn auch entsprechend seiner geringen Größe nur mäßige Glazialerosion stattfindet, ist von vornherein wahrscheinlich und läßt sich am Boden jetzt eisfreier Kare, sowie auch manchmal an deren Seitenwänden, soweit der Kargletscher sie verhüllt hat, in alten Glazialgebieten noch heute gelegentlich mit aller Deutlichkeit erkennen[1]. Der Buntsandstein, in dem unsere Kare liegen, ist freilich der Erhaltung solcher Spuren so wenig günstig, daß ich sie bisher ebenso vergeblich gesucht habe, wie typische geschrammte oder gekritzte Geschiebe in ihren Moränen.

Diese Exaration wurde auch in unseren Karen wohl noch durch Zertrümmerungsvorgänge unterstützt, die auch unter dem Eiskörper das Schmelzen und Wiedergefrieren zur Folge hatte. Ob der in W. Salomon's gedankenreicher Arbeit über die Möglichkeiten der glazialen Erosion[2] für bedeutendere Gletscher mit Recht in den Vordergrund gestellte Wechsel von Verflüssigung und Wiedergefrieren infolge der schwankenden Druckverhältnisse unter der strömenden Eislast auch in den kurzen, vergleichsweise wenig mächtigen Kargletschern unseres Gebietes schon eine wesentliche Rolle gespielt hat, könnte Zweifeln begegnen.

Überall aber, wo in den Karen über dem Niveau des Firnes die Karwand freiliegt, ist sie dem gerade in der Nähe der Firngrenze, wo sich die aktiven Kare mit Vorliebe finden, so außerordentlich wirksamen mechanischen Verwitterungsprozeß durch die sprengende Wirkung des Spaltenfrostes in vollem Maße unterworfen. Der Kargletscher nimmt allen durch diesen energischen Zerstörungsprozeß entstehenden Wandschutt, der nicht gleich über seine schräge Oberfläche nach außen abfährt, in seinen strömenden Eiskörper auf. So sorgt er dafür, daß die Karwand sich der Wandverwitterung immer wieder in ganzer Höhe darbietet, so daß der Prozeß allenthalben gleichmäßig nach außen fortschreitet, um schließlich die wundervollen Kar-Amphitheater zu erzeugen.

[1] F. Schulz, 1905. Geomorphologische Studien in den Ampezzaner Dolomiten. Diss. Erlangen, S. 18.

[2] Können Gletscher im anstehenden Fels Kare, Seebecken und Täler erodieren? N. Jahrb. f. Min. etc. 1900. II.

Ch. Regelmann hat sehr wohl erkannt, daß auch die Kare unserer Gegend nur in dieser von Richter angenommenen Weise sich ausgebildet haben können, und stellt sich in seiner letzten Arbeit (1903) mit Recht ganz auf den Boden seiner Theorie. Daß die obere Umrandung der Kare rings viel zu scharf zugeschnitten ist, um die Bahn einer von oben einströmenden Eiszunge gebildet haben zu können, hatten auch wir Gelegenheit genug, auf unserem Rundgange zu beobachten. Aber es kommt dazu, daß gerade auf unserem Blatte an den verschiedensten Stellen, z. B. gerade auf dem schmalen Finkenberg, die über den Karen liegenden Plateaustücke viel zu schmal sind, als daß sie zur Erzeugung von Gehängegletschern überhaupt befähigt sein konnten. Diese Lage vieler Kare nahe an wenig ausgedehnten Gipfeln und schmalen Rücken des Gebirges ist von Gerland[1] als ein Haupteinwand gegen die glaziale Entstehung bestimmer Zirkusseen der Vogesen benutzt. A. Sauer, der in richtiger Würdigung der an den Schwarzwälder Zirkusseen entwickelten Moränen die glaziale Natur dieser Gebilde mit allem Nachdruck behauptet, muß doch, vom Boden der Richthofen'schen Theorie der Karausschleifung, die Schwierigkeiten anerkennen, die in einem so verschwindenden Einzugsgebiet für Gletscher von so beträchtlicher Wirkung bestehen. Richter's Theorie der Karbildung beseitigt ungezwungen diese Widersprüche.

Es ist nun eine interessante Eigentümlichkeit unseres Kargebietes, daß die nach Richter allgemein steilere Hänge des Gebirges bevorzugende Karentwicklung hier sogar völlig an eine ganz bestimmte geologische Zone seines Schichtenbaues gebunden ist, eine Region, die ihre Neigung zur Ausbildung steiler, oft felsiger Steilhänge allenthalben auch an den keine Kare tragenden Bergflanken deutlich zur Schau trägt. Es ist das die etwa 100 m mächtige Zone der geröllfreien Bausandsteinschichten des mittleren Buntsandsteins, die überall in den felsigen Abstürzen der Karwände zutage tritt. In manchen Fällen beteiligen sich auch noch die Bänke des darüber folgenden Hauptkonglomerates an der Umrahmung der Karzirken. Der Boden der Kare ist dagegen häufig noch ein Stück in die mürben, tonigeren und wasserreichen Schichten des unteren oder Eck'schen Konglomerates eingesenkt; nur in dem mächtigen Sankenbachkessel reicht er sogar bis in den unteren Buntsandstein hinab. Es ist ganz deutlich, daß der feste, grob-

[1] 1884. Die Gletscherspuren in den Vogesen. Verh. d. IV. deutschen Geographentages zu München, S. 111.

bankige, zur Bildung senkrechter Abstürze neigende Hauptbuntsandstein, in dem auch in allen möglichen Niveaus auf wechselnden tonigen Einlagerungen Quellwasser austritt, für den Verwitterungsvorgang bei der Karbildung einen besonders günstigen Boden abgab. Durch welcherlei Vorgänge in dieser Karzone der Sedimente, wenn man so sagen darf, die erste Anregung zur Ausbildung der Karzirken gegeben wurde, ist eine andere Frage.

Nach Richter's Untersuchungen ist für den Beginn der Karbildung „irgend eine Grube oder Nische, in der sich die Schneeansammlung als solche isolieren konnte", immer vorauszusetzen, und ihre Entstehung wird also eine „außerhalb der Karbildung liegende Veranlassung gehabt haben" [1].

Die Neigung zur Ausbildung solcher Gruben oder Nischen ist aber auch heutzutage in einer ganz bestimmten Zone unseres Buntsandsteins mehrfach zu erkennen. Es ist das der recht wasserreiche Horizont am Fuße der erwähnten Steilhangzone, die Grenze des Bausandsteines zum Eck'schen Konglomerat. An besonders geeigneten Orten, vor allem in den kleinen Rillen, von denen die plump zugeschnittenen Formen des Buntsandsteinplateaus ein wenig gegliedert werden, wird hier durch „Absitzen" des durchnäßten, sonst meist reichlich das untere Konglomerat verhüllenden Schuttes der hangenden Steilwände, das weiche, mürbe Gestein bloßgelegt. Frost und Nässe lockern es noch mehr; es bildet sich eine nischenartige Hohlform, ein Quellzirkus. Es ist ganz zweifellos, daß solche Aushöhlungen, überragt von der Steilhangzone der Bausandsteine, für den Beginn der Karbildung unter den nötigen klimatischen Vorbedingungen eine ausgezeichnete Gelegenheit bieten mußten. An manchen Stellen bildeten sie sich außerdem, nach den gegenwärtigen Verhältnissen am karfreien Westhange des Gebirges zu urteilen, in einer Weise aus, daß die Vorbedingung zur Entstehung einer isolierten Firnansammlung noch ganz besonders gesteigert wurde. Wenn nämlich eine solche Quellnische in den weichen Schichten des Eck'schen Niveaus genügende Ausdehnung erlangte, war die Folge, daß die höher anstehenden, kompakten Sandsteinlagen, ihrer Unterstützung beraubt, in gewaltigen Blöcken zu Tal brachen und ständig zur Erweiterung und Vertiefung beitrugen. Es ist das der im Schwarzwald so weit verbreitete Vorgang der Schliffbildung [2], der

[1] Hochalpen, S. 4.

[2] s. K. Regelmann, 1903. Geologische Untersuchung der Quellgebiete von Acher und Murg im nördlichen Schwarzwald. Diss. Heidelberg, S. 35.

manchmal die ganze Folge der hangenden Schichten allmählich in Mitleidenschaft zieht. Als mächtige, tief eingerissene Scharten ziehen die großartigsten dieser Schliffe vom Rande der Plateaufläche durch die ganze Buntsandsteinformation hinab, deren Aufbau sie in prachtvollen, nur leider zu oft unzugänglichen Profilen entblößen.

Indessen sind weder die Quellzirken, noch vor allem die ausgebildeten Schliffe jetzt an den karfreien Hängen des Gebirges so zahlreich, daß man glauben könnte, die Entstehung der vielen Kare unserer Gegend habe ausschließlich in Bildungen dieser Art ihre Vorbedingung gefunden. Auch finden wir Kare reichlich entwickelt an Hängen, die gar nicht so tief in die Sedimente hinabreichen (und vor allem in der Glazialzeit, in der die Talböden höher lagen, als heutzutage, hinabreichten), als daß im Eck'schen Horizont sich Quellzinken mit oder ohne Schliff darüber dort hätten ausbilden können. So verhält es sich vor allem am Hange des Langenwaldes, der doch mit wohl ausgebildeten Karen dicht besetzt ist.

An allen solchen Stellen hatte also der Steilhang allein mit seinen hier und da sich einstellenden felsigen Abstürzen, kliffähnlichen Bildungen — auch Richter weist einmal auf die Möglichkeit der Karentstehung an solchen Stellen hin —, genügt, um an den günstigsten Stellen die Kare sich entwickeln zu lassen. Solche Stellen waren die einspringenden Winkel des wellig verlaufenden Hanges, wo auch die Quellen austreten[1]. Quellnischen und Schliffbildungen im kleinsten Maße waren, da auch im festen Bausandstein nicht alle Bänke der Verwitterung den gleichen Widerstand leisten, auch an solchen Stellen wohl manchmal vorhanden. Dazu kommt die schon oben erwähnte Neigung des Abhangschuttes, an den besonders durchfeuchteten Stellen „abzusitzen", ein Vorgang, der ebenfalls grubenartige Hohlformen erzeugt, die dem Firnschnee ein erstes geschütztes Bett bereiten. Neben dem Firnschnee hat sich aber auch Quelleis an der ersten Ausfüllung solcher Vertiefungen wohl oft sehr reichlich beteiligt, da ja noch unter den heutigen klimatischen Verhältnissen im Frühjahr an quelligen Hängen förmliche Gletscher entstehen, damals also Quelleismassen wohl viel reichlicher, und an

[1] Im Windschatten größerer, vorspringender Bergecken und Köpfe entstanden sehr schöne Kare, wie vielfache Beispiele in anderen Gegenden dieses Kargebietes zeigen, an der günstigsten Stelle des Steilhanges sogar ohne jede vorher vorhandene Einbiegung, weil sich hinter solchen einzelnen Vorsprüngen besonders gern zusammengewirbelte Schneemassen anhäuften.

günstig exponierten Stellen viel dauerhafter gegenüber der Sonnenwärme, sich entwickeln konnten.

Einen für andere Gegenden behaupteten Zusammenhang der Karbildung mit tektonischen Vorgängen[1] hat schon A. Sauer für die von ihm beschriebenen Kare des Schwarzwaldes entschieden in Abrede gestellt. Die Verhältnisse liegen auf Blatt Freudenstadt für die Beurteilung dieser Möglichkeit besonders günstig, da die in den Umrissen schon vorher gut bekannte Tektonik desselben sich bei der neuen geologischen Spezialaufnahme bis in alle Einzelheiten mit wünschenswerter Genauigkeit hat feststellen lassen. Es kann darum als völlig sicher gelten, daß von den zahlreichen Karen unseres Gebietes nicht eines so auf einer größeren Verwerfung liegt, daß es im Sinne Gerland's als deren Erzeugnis erscheinen könnte. In dem einzigen Kar, das bei uns von einer Hauptverwerfung geschnitten wird, dem Franzosengrüble, läuft diese Bruchlinie so nahe der Ausmündung des Kares, daß sie allenfalls bei der Entstehung der ersten Firnnische mit von Einfluß gewesen ist. Es soll überhaupt durchaus nicht geleugnet werden, daß Verwerfungen sehr wohl Geländeverhältnisse schaffen können, die für den Beginn einer Karbildung günstig sind. In unserem Falle verlaufen nun auch an und in der Hinterwand des letztgenannten Kares Bruchlinien. Sie sind aber Parallelbrüche ohne nennenswerte Sprunghöhe. Sie können also für die Entstehung der ziemlich bedeutenden Karwand nicht verantwortlich gemacht werden und haben nur, wie oben schon erwähnt (S. 6), durch die Zerrüttung des Gebirges im Hintergrunde des Kares der Verschüttung desselben Vorschub geleistet. Sie haben also die prägnante Form des Karzirkus viel mehr beeinträchtigt, als begünstigt, geschweige denn erzeugt.

Der maßgebende klimatische Faktor für die Entstehung aller Karbildungen ist natürlich die Lage der klimatischen Firngrenze, d. h. die „Höhe, in welcher der Schnee auch auf einer horizontalen Fläche im Verlauf der warmen Jahreszeit nicht mehr ganz verschwinden würde“[2]. Es muß also der Versuch gemacht werden, auch die Freudenstädter Kare mit dem, was über die Lage

[1] Z. B. G. Gerland, 1884. Die Gletscherspuren der Vogesen; Verh. d. IV. Deutschen Geographentages. — Hergesell, Langenbeck u. Rudolph, 1892. Die Seen der Südvogesen. Geogr. Abh. a. d. Reichslanden, 1. — Ch. März, 1903. Der Seenkessel der Soiern, ein Karwendelkar. Wissensch. Veröff. d. V. f. Erdkunde zu Leipzig VI.

[2] E. Richter, Hochalpen, S. 16.

der Firngrenze in diesen Gegenden während der diluvialen Eisperioden bekannt geworden ist, in Beziehung zu bringen. Und zwar sind die Moränenbildungen unserer Kare so frisch in der Form und auch, gelegentlich in recht exponierter Lage, wie unter dem Langenwald, so auffallend gut in ganzer Ausdehnung erhalten, daß sie nur als ein Erzeugnis der letzten Eiszeit betrachtet werden können. Wir haben also zunächst die Lage der Firngrenze in der letzten Eiszeit zu berücksichtigen.

Mit der Bestimmung der Lage der klimatischen Firngrenze in einem Gletschergebiet wird gewissermaßen aus der ganzen Menge der beobachteten glazialen Einzelerscheinungen das Fazit gezogen. Sie ist der geeignete Ausdruck für den Grad der Vereisung. Es ist aber bekannt, daß die reale untere Grenze der Firnmassen in der Natur, vor allem in einer durch lange andauernde Glazialtätigkeit modellierten Hochgebirgslandschaft, in ihrem höchst launenhaften Verlauf mit der Lage jener klimatischen Niveaufläche durchaus nicht zusammenfällt, so daß es vielfacher exakter Einzelbestimmungen nach bestimmten Methoden bedarf, um die Lage der letzteren genauer zu ermitteln. Diese Methoden, auf die einzugehen hier keine Veranlassung ist, haben nicht nur für die Glazialgebiete der Jetztzeit genügend sichere Ergebnisse gebracht, sondern auch aus den Spuren und Resten der diluvialen Vereisungen die Lage der damaligen Firngrenze in den Hauptzügen festzustellen gestattet. So ist im südlichsten Teil des Schwarzwaldes auf Grund erneuter, umfassender Untersuchung der ziemlich allgemein erkennbaren Spuren der letzten Vereisung die Lage der klimatischen Firngrenze während derselben durch A. Huber auf etwa 900 m bestimmt worden[1]. Weiter nördlich muß, nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Prof. Steinmann, an einer etwas tieferen Lage der Firngrenze, bei etwa 850 m, festgehalten werden. Diese Werte liegen zwischen einem durch G. Steinmann aus seinen bahnbrechenden Untersuchungen in einem Teil des Gebietes vor Jahren gewonnenen[2] von 800 m, und der neuerdings von J. Partsch aus den Glazialerscheinungen in den gesamten südwestdeutschen Gebirgen abgeleiteten Zahl von 950 m[3].

[1] 1905. Beiträge zur Kenntnis der Glazialerscheinungen im südöstlichen Schwarzwald. N. Jahrb. f. Min. etc. XXI. Beil.-Bd. S. 446.

[2] 1902. Die Bildungen der letzten Eiszeit im Bereiche des alten Wutachgebietes. Ber. über d. Vers. d. Oberrhein. Geol. V. S. 18.

[3] 1904. Die Eiszeit in den Gebirgen Europas zwischen dem nordischen und dem alpinen Eisgebiet. Verh. Naturforschervers. Breslau. S. 9 d. Sep.

Liegen nun Gründe für die Annahme vor, daß die Firngrenze der letzten Eiszeit in unserem Teil des Gebirges eine wesentlich andere Lage besessen hat, als im hohen Schwarzwald?

Die Verschiebung nach Norden (vom Feldberg bis zum Kniebisknoten etwa 35 km) ist zu geringfügig, um von wesentlichem Einfluß auf diese Verhältnisse gewesen sein zu können, wenigstens unter normalen Verhältnissen. Aber man könnte annehmen, daß diese Gegenden, die in der Eiszeit wohl noch mehr, als jetzt, in klimatischer Beziehung das Vorland der Alpen bildeten, an der abnormen Zusammendrängung der Isochionen, die am Nordhange des Alpengebirges so auffallend erscheint, auch weiterhin noch in gewissem Maße Anteil hatten, so daß die Firngrenze hier im allgemeinen noch ein Stück weit etwas steiler abfiel, als weiter nördlich, ganz außerhalb der klimatischen Einflußsphäre des Hochgebirges, wo ihr Abfallen sehr viel langsamer erfolgte [1].

Indessen wirkte dem doch im nördlichen Schwarzwald speziell ein Faktor entgegen, dessen Einfluß auf die Lage der Firngrenze allenthalben von großer Bedeutung ist, die wesentlich ungünstigere Lage dieses Gebirgsteiles gegen die aus Südwest kommenden Niederschlagswinde. Während die Vogesen ihnen frei gegenüberstehen und auch der hohe Schwarzwald noch direkt von ihnen erreicht wird, ist und war ihr Einfluß auf den nördlichen Schwarzwald, der schon stark im Wetterschatten der wesentlich höheren Vogesen liegt. jedenfalls geringer. Die Bedeutung dieses klimatischen Faktors, der eine Erhöhung der Lage der Firngrenze herbeiführen mußte, darf nicht unterschätzt werden und kann den oben angeführten, eine Depression derselben begünstigenden Umständen sehr wohl die Wage gehalten haben. Jedenfalls wird man keinen wesentlichen Fehler machen, wenn man die für den nördlichen hohen Schwarzwald nach Steinmann etwa anzunehmende Zahl von 850 m auch auf unseren Anteil des Gebirges überträgt.

Bei einer Lage der klimatischen Firngrenze der letzten Vereisung um 850 m fällt nun fast das ganze Gebiet des Blattes Freudenstadt außerhalb ihres Bereiches. Damit stimmt durchaus überein, daß von eigentlichen Gletschererzeugnissen dieser letzten Glazialperiode außerhalb der Kare bei der geologischen Spezialaufnahme buchstäblich keine Spur gefunden wurde. Ebenso hat auch J. Partsch, der diese Gegenden vor kurzer Zeit in der Ab-

[1] Dies spricht sich schon in A. Penck's Höhenkarte der Schneelinien von 1884 aus. (Verh. des IV. Deutschen Geographentages zu München.)

sicht besuchte, sich über die vielfachen angeblichen Glazialspuren in derselben Klarheit zu verschaffen, im allgemeinen nichts von denselben bestätigt gefunden[1]. Nur bei den „Insel"bildungen des oberen Forbachtales ist er im Zweifel geblieben, ob sie nicht doch vielleicht eine durch Beteiligung eines Talgletschers entstandene Mittelmoränenbildung darstellen könnten, als welche sie in Anspruch genommen waren; aber auch sie läßt er „nicht ohne einiges Bedenken" gelten. Wir haben uns oben (S. 10 ff.) mit diesen prächtigen Moränenbildungen der Langenwaldkare — die übrigens im Mittel bei 720 m, nicht, wie von PARTSCH irrtümlich angegeben, bei 800 m liegen — eingehend beschäftigt. Wenn bei ihrer Bildung wirklich ein wurmförmig schmaler Talgletscher (der letzten Vereisung natürlich) beteiligt war, darf man doch irgendwo wenigstens an diesen Moränenwällen Spuren erwarten, aus denen seine Beteiligung an ihrem Aufbau zweifellos ersichtlich wäre, da wo sich die Karwälle trotz ihrer gefährdeten Lage im Talgrunde des starken Baches so ausgezeichnet erhalten haben. Wären es auch nur geringe Ansatzbildungen, die im Zuge der Talrichtung eine Art Verbindung zwischen den flach vorgewölbten Karmoränen andeuteten. Nichts dergleichen ist zu sehen. Wir haben also gegen diese „Mittelmoränen" nicht nur Bedenken, sondern müssen sie so lange in das Reich der Phantasie verweisen, als nicht für eine solche Entstehung der Inselwälle ausreichende Beweise vorliegen. Nur an einer Stelle des ganzen Gebietes, aber in einem ganz anderen Talsystem, wurde eine von den Karen unabhängige Schuttbildung beobachtet, die vielleicht glazialer Entstehung ist. Aber sicher ist sie kein Erzeugnis der letzten Vereisung; darum soll erst weiter unten von ihr die Rede sein (s. S. 32).

Bei einer Lage der klimatischen Firngrenze der letzten Eiszeit bei 850 m fallen aber vor allem sämtliche auf dem Blatt Freudenstadt vorhandenen Kare aus der Firnregion heraus! Die Böden der Kare, also die ungefähre Höhenlage der Hauptfirnmasse, die sie in der Zeit ihrer Aktivität erfüllte, befindet sich sogar im Durchschnitt reichlich 150 m tiefer als die Firngrenze.

Wenn man die heute noch tätigen Kare anderer Gegenden ansieht, erscheint ein derartiges Verhalten ja allerdings nicht ganz ohne Anklänge. Schon für die norwegischen Kare gibt E. RICHTER zu, daß sie gelegentlich recht erheblich unter die Firngrenze vor-

[1] l. c. S. 10.

stoßen und dadurch lebensfähig sind, wofern sie nur mit der Karwand in die Firngrenze hineinreichen[1]. Dort handelt es sich um rezente Kare, die auf durchaus subglazial modelliertem, karfreiem Gebirge, einer einzigen großen Rundhöckerlandschaft, entstanden sind, als nach dem endgültigen Rückzuge der diluvialen Eisdecke die gegenwärtigen, i. a. stationären Verhältnisse eingetreten waren. Denn die mächtigen Hohlformen der Kare sind keineswegs sozusagen Augenblicksgebilde bei der gleitenden Rückzugsbewegung der Gletschermassen, sondern können nur in den stationären Phasen der Glazialentwicklung, in denen auch die Talgletscher ihre bedeutenden Moränenwälle erzeugten (also auch auf den Hauptrückzugsetappen), entstanden sein.

In den Alpen dagegen finden wir viel bedeutendere Differenzen zwischen der Höhenlage aktiver Kargletscher und der klimatischen Firngrenze. So liegt im Karwendelgebirge die Firngrenze nach Richter bei 2900 m, und Kargletscher finden sich dort nach März[2] am Fuße senkrechter Wände noch bei 2400 resp. 2300 m Meereshöhe. Auch in dem neuerdings durch F. Schulz beschriebenen Kargebiet der hohen Gaisl in den Dolomiten liegt der einzige tätige Kargletscher zwischen 2350 und 2490 m, also im Mittel 280 m niedriger, als das Mindestmaß der klimatischen Firngrenze, das dem Autor zulässig erscheint[3]. In diesen Alpengegenden handelt es sich aber im Gegensatz zu den Karlandschaften Norwegens um Gebiete, wo die heutigen Karfirne eine außerordentliche orographische Begünstigung schon vorfanden, ein Vermächtnis der weit über 1000 m tiefer hinabreichenden karbildenden Tätigkeit der diluvialen Vereisungsperioden.

Die Oberfläche des Blattes Freudenstadt entbehrte nun, um nocheinmal auf diesen Hauptpunkt zurückzukommen, bei einer Lage der Firngrenze im nördlichen Schwarzwalde um 850 m in der letzten Vereisungsperiode auch auf den Plateaustücken fast ganz einer geschlossenen Firndecke. Daß ausdauernde Schnee- und Firneisflecken trotzdem, abgesehen von den Karen, an den verschiedensten günstig gelegenen Stellen vorhanden gewesen sind, ist ganz selbstverständlich. Wir finden weiter unten Gelegenheit, auf dieselben zurückzukommen. Von ihnen ist aber noch weniger zu erwarten, daß sie

[1] Norwegen. S. 13.

[2] l. c. S. 64.

[3] 1905. Geomorphologische Studien in den Ampezzaner Dolomiten. Diss. Erlangen. p. 17.

Gletscher entsandten, als von einer geschlossenen Firndecke in diesem niederen Teil des Gebirges[1].

Die Kare zeigen aber durch ihre wohlerhaltenen Moränenbildungen, daß sie in der letzten Eiszeit Gletscher beherbergt haben, als einzige nachweisbare Äußerungen eigentlicher glazialer Tätigkeit dieser Periode in unserem Gebiet. Ihre Böden gehen auf Blatt Freudenstadt bis zu 670 m hinab, 180 m unter die oben angenommene klimatische Firngrenze. Sie reichen damit zugleich so tief, als nach den stratigraphischen Verhältnissen in dem Gebiet überhaupt möglich war, denn die ihrer Ausbildung allein günstige Steilhangzone des geröllfreien Bausandsteins geht an keiner Stelle tiefer hinab. Wir können also auf Blatt Freudenstadt nicht entscheiden, ob mit den tiefstgelegenen dieser Kare die untere Grenze, bis zu der hinab die Kare in der letzten Eiszeit überhaupt lebensfähig waren, erreicht ist.

In nicht allzugroßer Entfernung bietet uns das Tal der Nagold Gelegenheit, diese Lücke in unseren Beobachtungen auszufüllen. Wir sahen oben, daß das Vorhandensein der Steilhänge des geröllfreien Hauptbuntsandsteins genügend ist, um die Karbildung zu ermöglichen. Diese Steilhangzone ist im Nagoldtale, dessen Boden sich wesentlich flacher nach Osten senkt, als die Schichtentafel, etwa bis zur Pfaffenstube südlich Hochdorf (Blatt Altensteig) noch in voller Mächtigkeit entwickelt. Bis dorthin waren also vom stratigraphischen Standpunkt die Existenzbedingungen für Kare gerade so gut vorhanden, wie bei Freudenstadt, zumal das Nagoldtal mit steilen Hängen besonders reichlich bedacht ist. Trotzdem ist an der genannten Stelle des Tales, wo die Basis der Buntsandsteinhänge bei etwa 510 m liegt, von Karen nichts mehr zu sehen. Erst wesentlich weiter im Tale hinauf, in der Umgebung von Erzgrube (Blatt Baiersbronn) und in den Seitentälern des Nagoldtales nordwestlich von Göttelfingen (Tal des Omersbach und Schnaitbach), finden sich die ersten. Manche von ihnen, der Kessel bei Schorrental mit 650 m und das kleine Kar zwischen Gründelbächle und Kindelteich mit 640 m, endlich ein gut entwickeltes Kar

[1] G. Steinmann wies vor kurzem darauf hin, daß man in diesen niederen Teilen des Gebirges, wenn sie ein Stück in die Firnregion gereicht und eine mehr oder weniger ausgedehnte Firndecke getragen haben, doch nur „an besonders günstigen Stellen, wie an den N- und NO-Abhängen breiter und flacher Berge", allenfalls die Existenz unbedeutender Gletscher in der Glazialzeit voraussetzen darf. (Die Bildungen der letzten Eiszeit im Bereiche des alten Wutachgebietes. Ber. d. Oberrhein. Geol. V. 1902, S. 16.)

1500 m nordöstlich von Göttelfingen mit 580 m Bodenhöhe besitzen deutliche, wohlerhaltene Riegelbildungen, waren also augenscheinlich in der letzten Eiszeit tätig, bis zu 275 m tiefer, als die Firngrenze lag, und von den geschlossenen Firndecken des Gebirges weit entfernt.

Wie soll man sich unter diesen Umständen, um hier zunächst auf eine mehrfach geäußerte, auch auf die Kare des nördlichen Schwarzwaldes ausgedehnte Meinung über das Alter der deutschen Mittelgebirgskare Bezug zu nehmen, unsere Kare als Abschluß- und Rückzugsprodukte der letzten Eiszeit vorstellen? Es wird dabei auf die Verhältnisse in den Vogesen und im hohen Schwarzwald verwiesen, wo übereinstimmend an den höchsten Hängen des Gebirges Kare liegen, die zur Zeit einer späteren Rückzugsetappe der Vereisung, als nur noch die höchsten Höhen in die Firngrenze hineinragten, vergletschert waren. Gerade darum darf man mit ihnen die Kare bei Freudenstadt und an der oberen Nagold nicht auf eine Stufe stellen. Wir kennen ja den Betrag, um den im hohen Schwarzwald die Firngrenze in den beiden dort nachweisbaren Rückzugsetappen der letzten Eiszeit jedesmal höhergerückt war, jetzt genau genug[1]. Er betrug je etwa 200 m, Zahlen, die von den in den helvetischen Alpen für dieselben Stufen gefundenen Werten um je etwa 100 m abweichen[2]. Es ist aber für die Meereshöhe der Rückzugsetappen ebensowenig wahrscheinlich, wie für die Hauptlage der Firngrenze, daß so wenig weiter nördlich, wie im Kniebisgebiet, wesentlich andere Verhältnisse geherrscht haben, als am Feldberg. Es wird also auch bei uns die Firngrenze in der ersten Rückzugsetappe schon bei 1050 m gelegen haben. Mit diesem ersten Aufschweben um etwa 200 m ließ also die Firngrenze die ganze Hochfläche des Kniebis schon weit unter sich, und es ist fraglich, ob auch nur in den höchstgelegenen der Freudenstädter Kare in diesem ersten Rückzugsstadium, mehr als 250 m unter der neuen Firngrenze, noch eine Zeitlang Kargletscher ihr Leben haben fristen können[3]. Um so mehr muß es ausgeschlossen erscheinen, daß in unserem Gebiet Kare in dieser

[1] Huber, l. c. S. 446.

[2] E. Brückner, 1904. Tabelle in Penck u. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter, S. 637.

[3] Vielleicht sind geringfügige Moränenhügel, die K. Rau in dem südlichen, sich ziemlich hoch hinaufziehenden, sehr geschützten und günstig exponierten Abschnitt des Sankenbachkessels nachgewiesen hat (siehe Karte), als solche Rückzugsbildungen zu deuten.

Rückzugsetappe sozusagen als eine jüngere Generation neu entstanden. Noch viel weniger ist es denkbar, daß mehrere solcher Zonen nacheinander mehrere große Rückzugsphasen der letzten Vereisung markieren. Die Kargletscher müssen vielmehr durchaus der Akme dieser Eisperiode angehört haben, denn die Bedingungen für ihre Tätigkeit waren nur in diesem Zeitabschnitt mit Sicherheit und in der ganzen Ausdehnung des Kargebietes vorhanden. Und diese Vergletscherung kann auch nicht auf den Schluß der Höhezeit der letzten Vereisung beschränkt gewesen sein, denn die betreffenden Bedingungen herrschten während der ganzen Dauer dieser Höheperiode in etwa demselben Maße.

Ich habe absichtlich eben vermieden, von Bedingungen für die Entstehung der Kare in diesem letzten Zusammenhange zu reden, aus folgendem Grunde.

Das Verhältnis der Kare unserer Gegend zur Firngrenze der letzten Eiszeit scheint mir nicht ganz ungezwungen sich mit dem vereinigen zu lassen, was E. Richter uns aus Norwegen geschildert hat, aus dem Gebiet, wo wir mit neuentstandenen Karen auf sozusagen jungfräulichem Boden, der durchaus vom Inlandeis modellierten, karfreien Gebirgsfläche, zu tun haben. Orographisch ist dort die Gelegenheit zur Entstehung von Karen auch weiter außerhalb der Firngrenze jedenfalls ebensogut vorhanden gewesen, wie unmittelbar an derselben. Trotzdem kommt die Karbildung doch nur mit der Firngrenze eng verbunden vor. Ein Vorstoßen der Kare unter dieselbe ist, wie schon erwähnt, mehrfach zu beobachten, erreicht aber nicht entfernt die Beträge, die wir bei uns antreffen, und es ist nirgends die Rede davon, daß diese außergewöhnlich tief liegenden Kare, detachiert von dem verfirnten Gebiet, weit über das sonst firnfreie Land verstreut liegen.

Eine Erklärung für dieses eigentümliche Mißverhältnis liegt eigentlich gar nicht so fern.

Der Höhenunterschied zwischen der Lage der klimatischen Firngrenze der letzten Eiszeit und ihrem natürlich viel tieferen Niveau in der oder den Haupteiszeiten[1] hat sich zu etwa 100 m oder etwas mehr einschätzen lassen[2]. Im hohen Schwarzwald scheint sich

[1] In den Alpen ist es an den meisten Stellen noch nicht sicher entschieden, ob die Vergletscherung der drittletzten, der Mindel-Eiszeit, die der vorletzten, der Riß-Eiszeit, an Ausdehnung übertroffen hat und wie groß der Unterschied in der Meereshöhe der Firngrenzen dann etwa anzunehmen ist.

[2] Penck u. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter, S. 256 u. 492.

eine Differenz zwischen einer drittletzten und einer etwas geringeren vorletzten Vereisung an mehreren Stellen zu markieren. Die Frage nach dem Gesamtbetrage der Differenz zwischen den Firngrenzen der größten und der letzten der Vereisungen wird allerdings, wohl wegen der sparsamen und weniger sicheren Spuren der letzteren, von dem letzten Bearbeiter, A. Huber, nicht positiv beantwortet. Nur für die deutlicher fixierte, nach der Tabelle auf S. 442 der Arbeit zwischen beiden endigende Vereisung, die von Steinmann's „Mittelterrassenzeit“ [1], gibt er eine wahrscheinliche Depression der Firngrenze von rund 100 m an[2]. Die Gesamtdifferenz dürfte den Betrag von 150 m erreicht, vielleicht auch übertroffen haben.

Nun besteht auch hier wieder kaum ein Grund für die Annahme, daß in unserem Gebirge diese klimatische Stufe auf die geringe Entfernung bis zum Kniebis eine wesentliche Veränderung erlitten hat. Demnach hat mit großer Wahrscheinlichkeit die Firngrenze in unserem Gebiet ihre tiefste Lage während der diluvialen Glazialentwicklung bei rund 700 m, vielleicht auch etwas tiefer, besessen.

Bei einer solchen Lage der Firngrenze war nun auf Blatt Freudenstadt in der Haupteiszeit so ziemlich das ganze Buntsandsteinplateau firnbedeckt. Dazu besaßen in unserem Spezialrevier, sowie auch auf Blatt Baiersbronn bis an die Nagold heran, die Steilhangschichten im Hauptbuntsandstein die denkbar günstigste Lage zur Firngrenze, um Kare entstehen zu lassen. Denn jetzt lag allenthalben diese Steilhangzone ganz oder zum Teil in der Firngrenze darin. Es ist [illegible] selbstverständlich, daß **unter diesen Umständen hier überall in der Haupteiszeit Kare, d. h. dieselben Kare, die in der Würmeiszeit wieder Gletscher bargen, entstanden sind.** Damals entsprachen alle Verhältnisse völlig denen, die E. Richter in Norwegen beobachtet hat; keines der Kare lag von der allgemeinen Firndecke, die alle Plateaus in ihrer Nachbarschaft bedeckte, detachiert, keines stieß so weit unter die Firngrenze vor, daß es nicht mit der Karwand wenigstens zum Teil in ihrem Bann verblieb.

Die äußerste Grenze, bis zu der Karböden an der Basis der Steilhänge hinabreichten, ist nach der Zusammenstellung von Ch. Regelmann die Höhe von 580 m (nach Ausscheidung der beiden tiefsten, die er angibt, des von Altbulach und des „Becken ob dem Raufelsen“ bei Baiersbronn, die keine Kare sind), also nur etwa 100 m unterhalb der

[1] Sie entspricht nach Brückner (P. u. B., Tabelle S. 467) der Riß-Eiszeit.
[2] l. c. S. 446.

Firngrenze der Haupteiszeit, wie wir sie annehmen dürfen. So hören auch nach meinen Beobachtungen im Tale der Nagold in etwa demselben Niveau die Kare auf, trotzdem weiter abwärts, wie wir sahen, noch weithin der Steilhang des Hauptbuntsandsteins voll entwickelt ist und noch mehrfach seine Exposition in den Windungen des Tales für die Entstehung von Karen recht günstig wäre. Daß dort noch fernere von den so auffallenden, in dem sonst ganz „hydrographisch" entwickelten System des Tales so fremdartig wirkenden Karzirken am Schluß der Hauptvereisung ehedem vorhanden gewesen, aber, ähnlich so vielen Moränenbildungen der Hauptvereisung, bis zur Unkenntlichkeit durch die nachfolgenden Verwitterungs- und Denudationsvorgänge zerstört sein könnten, muß ganz ausgeschlossen erscheinen. In der Widerstandsfähigkeit gegen diese zerstörenden Einflüsse ist ja sicher zwischen den in anstehendes Gestein eingeschnittenen, mächtigen Karaushöhlungen an oft nicht vom kleinsten Wasserlauf berieselten Bergwänden und den im Tale liegenden, sich der gesammelten Erosionskraft aller vorhandenen Schmelz- und Quellwässer quer in den Weg legenden Moränen der Talgletscher und auch der Kare ein großer Unterschied zu machen.

Man kann auch eine solche viel größere Dauerhaftigkeit der Hohlformen der Kare, die ihre Gestalt über Interglazialperioden weg bis auf unsere Tage bewahrt haben muß, um so unbedenklicher annehmen, als wir augenscheinlich Beispiele derartiger Fälle in dem besprochenen Gebiet besitzen, die den Grad, bis zu dem Kare verfallen sind, die in der jüngsten Vereisung nicht vergletschert waren, vor Augen führen. Es geht schon aus früher Gesagtem hervor, daß nicht durchaus in allen Karen unserer Gegend frische, wohlerhaltene Moränen zu finden sind. Auf Blatt Freudenstadt, wo, wie wir sahen, das Extrem der Depression der Kare infolge der Höhenlage der Talbildungen nicht erreicht wird, und die tiefsten Karböden bei 670 m liegen, besitzen freilich alle deutlichen Karnischen auch deutliche junge Moränen. Anders an der Nagold. Von den vier Karen der Gegend von Erzgrube und Schorrental ist in dem ausgezeichneten Karzirkus der Mühlhalde bei Stutztal, dessen tiefste Einsenkung jetzt bei 627 m liegt, von Karwällen in der üblichen Ausbildung gar keine Rede, und auch ein eigentlicher Karboden läßt sich nicht deutlich unterscheiden. Das zweite Kar von etwa derselben Höhenlage, am Kirchbühl westnordwestlich Erzgrube, ist in fast demselben Zustande; es lassen sich nur Andeutungen von Riegeln erkennen. Die beiden höher liegenden dagegen, der Kessel

bei Schorrental (650,7 m) und das kleine Kar zwischen Gründelbächle und Rindelteich (640 m) besitzen, wie wir schon sahen, wohlentwickelte junge Moränen von zweifelloser Deutlichkeit. Weiter nordwestlich führen die beiden tiefgelegenen Kare im Schnaitbachtale südlich Simmersfeld (Karboden bei Ruine Schilteck bei 580 m) ebenfalls nur noch ruinenhafte Reste ihrer Moränen. Es bleibt abzuwarten, ob bei den ferneren, übrigens nicht besonders zahlreichen Karen dieser tiefsten und peripheren Region ähnliche Unterschiede noch mehrfach gefunden werden. Aber schon jetzt, angesichts der geschilderten Fälle, wird es schwer, bei diesem auffallenden Verhalten an einen bloßen Zufall zu glauben. Es will vielmehr scheinen, daß die zweifellos nicht geringe orographische Begünstigung, die alle die aus den größeren Vereisungen schon vorhandenen Karkessel den Schneemassen der letzten Eiszeit zur Ausbildung von Lokalgletschern geboten haben, doch jenseits von etwa 210 m unter der klimatischen Firngrenze (mit Schwankungen je nach der mehr oder minder günstigen Exposition) in unseren Mittelgebirgsverhältnissen oftmals ihre Macht verlor, so daß in mehr als einem Falle in diesen am tiefsten gelegenen Kargruben eine Neubesetzung mit Kargletschern in der Würm-Eiszeit nur unvollkommen oder gar nicht eintrat.

Daß von den Moränen der Haupteiszeit in den Karen unserer Gegend in deutlicher Wallform nicht mehr viel zu finden ist, darf erklärlich erscheinen angesichts der weitgehenden Zerstörung, der die viel bedeutenderen Moränen der Talgletscher derselben Periode im hohen Schwarzwald zum Opfer fielen. Unsere älteren Karmoränen waren aber sicherlich je nach der Lage des Kares in sehr verschiedenem Maße den zerstörenden Einflüssen ausgesetzt. Es ist also sehr wohl möglich, daß auch von manchen besonders wasserarmen oder über einer flachen, das Abgleiten des zerrütteten Schuttes nicht begünstigenden Böschung gelegenen Karen von Blatt Freudenstadt sich ziemlich viel von dem Material der alten Moränen an Ort und Stelle angehäuft erhalten hat, während es anderwärts, unmittelbar über steilen Hängen, vor allem aber in und an den Talböden, vor dem Einsetzen der letzten Vereisung so ziemlich beseitigt war. Darum ist es denkbar, daß sich die auffallenden, sonst schwer zu deutenden Unterschiede in der Massigkeit der überlieferten Moränenwälle, wenn diese auch in dem Erhaltungszustand des krönenden Walles gleichmäßig auf die jüngste Eiszeit deuten, doch durch mehr oder minder große Beteiligung solcher übernommenen älteren Schuttreste veranlaßt sind.

Vergleichen wir nun die Freudenstädter Karlandschaft mit anderen Kargebieten des Mittelgebirges, so erscheint sie besonders bemerkenswert als ausgezeichnetes Beispiel, wie das Karphänomen in einer Schichtentafel zur Ausbildung gelangt. Wesentlich ist aber für dieses Beispiel, daß die Schichtentafel in günstiger Lage zur Firngrenze eine Steilhangzone besaß, die in ihrer Mächtigkeit und ihrem Gesteinscharakter, dann auch ihrer die Sprengwirkung des Spaltenfrostes begünstigenden Wasserführung, der Entstehung und Ausbildung von Karen in ungewöhnlichem Grade Vorschub leistete. Dadurch erklärt sich die für Mittelgebirgsverhältnisse ganz beispiellose Häufigkeit der Karbildungen in dieser ganzen Gegend.

Aber auch die Anordnung der Kare erhält durch diese besonderen Verhältnisse ihren eigenartigen Charakter, eine allenthalben in die Augen springende Verteilung in Reihen und Gruppen von annähernd derselben Höhenlage. Wohl erinnert diese Verteilung an die so vielfach sonst in Glazialgebieten beobachteten „Karisohypsen", aus denen man, mit Anwendung gewisser „Reduktionen" für klimatisch und orographisch besonders begünstigte, in ein tieferes Niveau vorstoßende Einzelfälle, direkt die Lage der Firngrenze ablesen kann. Tatsächlich wird auch bei uns eine umfassende Übersichtsdarstellung der Karbildungen des ganzen nördlichen Schwarzwaldes einmal eine solche Karisohypse ganz gut erkennen lassen, und zwar in der unteren Grenze des Vorkommens der Kare am östlichen Saume der ganzen Karlandschaft. Sie wird ein konstantes Verhältnis zur Lage der Firngrenze in der Haupteiszeit besitzen, mit Reduktionsbeträgen für extreme Fälle, die 100 m, soweit bis jetzt zu erkennen ist, kaum überschreiten. Eine fernere Karisohypse von etwas abweichendem Charakter spricht sich dann aus in der Untergrenze aller in der letzten Eiszeit tätig gewesenen Kare. Der Betrag der Reduktion, durch die man die zugehörige Lage der Firngrenze erhält, schnellt auf mehr als 250 m hinauf, da durch das Vorhandensein der fertigen Kargruben eine orographische Begünstigung für die Verfirnung geschaffen wurde, die alles vordem in der Gegend vorhanden Gewesene weit hinter sich läßt und an alpine Verhältnisse erinnert.

Die Karreihen aber, die vor allem weiter drin im Gebirge an den Bergflanken eine so große Regelmäßigkeit besitzen, dürfen mit der Karisohypse nicht verwechselt werden. Sie sind allein durch die Lage der Bausandsteinhänge in der ganz allgemein in der Haupteiszeit die Karbildung gestattenden Zone des Gebirges

vorgezeichnet. Diese Steilhangzone liegt in unserer Gegend, wie bekannt, schief im Gebirge. Demnach schneidet das Niveau der Karverbreitung schief durch das der Firngrenze hindurch (so daß die „Reduktion", wenn man von einer solchen noch reden wollte, auf kurze Entfernung von Osten nach Westen ihr Vorzeichen wechseln würde). Wenn aus dem von Störungen zerschnittenen Gelände östlich Freudenstadt eine bedeutendere Verwerfung in die karführende Region hineinliefe, würde sie sich in der Verteilung der Kare gerade so deutlich aussprechen, wie im Verlauf der Grenzen der Gebirgsschichten.

Daß die Karlandschaft im Freudenstädter Gebiet mit ihren mäßigen Höhen in solcher Einfachheit und Gleichmäßigkeit nur die primitive Form des Botn ausgebildet hat, wird daraus verständlich, daß die Hauptvereisung hier gerade tief genug hinabreichte, um bis zu einem gewissen Niveau das Karphänomen auf diesem günstigen Boden allenthalben zu glänzender Entfaltung zu bringen, spätere Verfirnung des Gebirges aber nicht imstande war, dem wie aus einem Guß geformten Erzeugnis der Hauptvereisung neue, wesentliche Züge hinzuzufügen. Darum fehlen, wenigstens in dem beschriebenen Anteil des Gebirges, alle die Komplikationen von Karbildungen verschiedener Lagen der Firngrenze miteinander und mit den Denudationserscheinungen der eisfreien Zwischenzeiten. Diese Komplikationen machen ja in höheren Gebirgen, die mehrmals bis weit hinab vergletschert waren, das die ganze Gestaltung der Hochregion beherrschende Karphänomen erst zu einem so überaus schwierigen Forschungsgegenstand, über dessen erste Entstehung und weitere Ausbildung die Meinungen noch recht auseinander gehen.

Daß in höheren Regionen unseres Gebirgsabschnittes, z. B. der an mächtigen Karbildungen außerordentlich reichen Umgebung der Hornisgrinde, solche Komplikationen schon eine gewisse Rolle spielen, darf man erwarten. Ob sie über die Art und Reihenfolge der sie erzeugenden Vorgänge einigermaßen sichere Schlüsse gestatten, ist eine andere Frage. Es ist in dem beschriebenen Gebiet, von den wenigen Zwillingsbildungen abgesehen, nicht einmal diejenige Komplikation der Karbildung zur Entwicklung gelangt, die bei genügender Menge der Niederschläge und ausreichender Dauer der Vereisung sonst in den Glazialgebieten für eine alternde Karzone charakteristisch ist, das seitliche Verschmelzen der Kare und die Ausbildung eines selbst die Gipfel des Gebirges schließlich bedrohenden Denudationsniveaus in der ungefähren Höhe der Firngrenze.

Es würde übrigens zunächst hier ebenfalls an die schiefe Lage der Sedimenttafel gebunden erscheinen. Augenscheinlich sind in den höheren Teilen des Gebirges, in denen der Glazialprozeß intensiver verlief, Beispiele solcher Verschmelzungsvorgänge schon recht gut entwickelt zu finden.

Es kam nun bisher vor allem darauf an, über das Verhältnis der Kartätigkeit in der Haupteiszeit (für diese Gegend also nach oben Gesagtem der Mindel-Eiszeit) und der letzten Vereisungsepoche des Gebirges Klarheit zu schaffen. Auf die zwischen beiden liegende, im hohen Schwarzwald nach den neuesten Berichten sich ziemlich deutlich markierende „Mittelterrassen"-Vereisung (also die Riß-Eiszeit), von der oben schon einmal gelegentlich die Rede war, wurde absichtlich zunächst nicht weiter Rücksicht genommen. Wenn wir uns jetzt noch einmal zu ihr zurückwenden, geschieht es nur, um darauf hinzuweisen, daß für das im Vordergrunde des Interesses stehende Verhältnis zwischen einer die Karlandschaft unseres Gebietes schaffenden Haupteiszeit und einer letzten, sie mit den auf uns gekommenen Moränenbildungen ausstattenden Vereisung es ziemlich gleichgültig ist, ob zwischen beiden ein ähnliches Wiederaufleben der Kartätigkeit außerdem schon einmal stattgefunden hat, da deutliche Überreste einer solchen Zwischenstufe sich noch nicht haben nachweisen lassen. Wahrscheinlich muß es angesichts der weiten Verbeitung der jüngsten Verfirnung der Kargruben erscheinen, daß in der Mittelterrassenvereisung, deren Firngrenze etwa 100 m tiefer lag, alle aus der Hauptvereisung stammenden Kare wieder von Firnmassen erfüllt gewesen sind. Alte Moränenanteile in den jungen Riegeln der Kare sind also streng genommen zunächst als ein Erbteil dieser nächstälteren Vereisung zu betrachten.

Völlig entzieht es sich endlich der Beurteilung, was die Hauptvereisungen von einer noch früheren Vorgängerin (also der Günz-Eiszeit) an Karbildungen vielleicht an günstigen Stellen schon vorgefunden haben mögen, denn für die Schätzung des Ausmaßes einer solchen frühesten Vergletscherung, d. h. der Lage ihrer Firngrenze, fehlt in unserem Gebirge bisher noch jeglicher Anhalt. In dem von uns behandelten niederen Anteil der Karlandschaft kommt sie vielleicht überhaupt nicht in Frage, denn die ihr entsprechende Günz-Vergletscherung in den Alpen hat sich nach A. Penck, „nach dem wenigen, was wir über ihre Ausdehnung wissen, etwa in den Grenzen der Würm-Vergletscherung gehalten"[1].

[1] P. u. B. S. 247.

Zum Schluß noch einige Worte über die Möglichkeit des Vorhandenseins von größeren Talvergletscherungen in unserer Gegend in der großen Vereisung.

Nach G. Steinmann dürfen wir, wie schon oben zitiert wurde, in diesen niederen Teilen des Schwarzwaldes bei einer Lage der Firngrenze bei etwa 800 m überhaupt nur an „besonders günstigen Stellen, wie an den N- und NO-Abhängen breiter und flacher Berge", die Möglichkeit zur Entstehung kleiner Gletscher voraussetzen. Eine Lage der Firngrenze bei 700 m ändert aber an den allgemeinen Bedingungen noch nicht so viel, daß nun größere Gletscher, wie sie in dieser Epoche in den Vogesen und auch im hohen Schwarzwalde lange Strecken der Täler, zum Teil bis in das ebene Vorland hinaus, erfüllt haben, auch in unserer Gegend angenommen werden dürften. Diejenigen Spuren ihrer Tätigkeit, die im Gegensatz zu den leichter vergänglichen Moränen sich unbedingt erhalten haben müßten, die charakteristischen trogförmigen Exarationsformen des Geländes, die Steinmann[1] in den oberen Talabschnitten des hohen Schwarzwaldes so deutlich entwickelt auffand, fehlen jedenfalls der Landschaft bei Freudenstadt durchaus. Daß jedoch kleinere Gletscher in der Haupteiszeit auch bei uns außerhalb der isolierten Kare an günstigen Stellen entwickelt waren, ist gar nicht unwahrscheinlich. Mehr als zweifelhaft ist allerdings, daß ihnen die flachlagernde Firndecke des Plateaus als Nährgebiet diente. Wohl aber darf man sie in hochgelegenen Talschlüssen erwarten, vor allem, wo mehrere Seitentäler von günstiger Exposition sich vereinigten. Aber angesichts der weitgehenden Zerstörung der alten Moränen der viel bedeutenderen Talvergletscherungen des hohen Schwarzwaldes wird von den Aufschüttungsbildungen solcher Talgletscher sich nur in Ausnahmefällen etwas erhalten haben. Auf Blatt Freudenstadt hat sich jedenfalls nur an einer Stelle ein moränenartiges Gebilde gefunden, das wohl auf Talgletscher einer älteren, stärkeren Vereisung zurückzuführen ist, zumal es sicher durch die Glazialerscheinungen der letzten Eiszeit nicht erklärt werden kann. Es ist das der wallartige Vorsprung, auf dem im Tal der kleinen Kinzig die Bartleshütte steht (α auf dem Kärtchen auf S. 34). Er schiebt sich zwischen 610 und 620 m Meereshöhe wie ein Talsporn von Norden zwischen das genannte Tal und das von Nordwesten herabkommende des Teufelsbächle ein Stück am Hange vor. Schon Ch. Regelmann erkannte die glaziale Natur der Anhäufung und sprach

[1] 1896. Die Spuren der letzten Eiszeit im hohen Schwarzwald. Freiburger Universitäts-Festprogramm S. 196.

sie als eine Moräne eines Talgletschers der kleinen Kinzig an[1]. Ich glaube sie eher dem anderen, viel günstiger exponierten Talarm des Teufelsbächle zurechnen zu sollen. Sicherlich war das halbkreisförmig umschlossene Quellgebiet des Teufelsbächle nach seiner Exposition und der kräftigen Neigung seiner Hänge, die noch 150 m weit in die Firnregion eingriffen, dann ferner mit seinen drei tiefen westlichen Seitentälern von günstigster Exposition, wie geschaffen zur Entwicklung eines Talgletschers, der dann sehr wohl bis zur Mündung dieses Tales, 100 m etwa unter die Firngrenze, vordringen und dort die Endmoräne erzeugen konnte, auf deren abseits von der Richtung der späteren Erosion erhaltenem Rest jetzt die Bartleshütte steht.

II.

Das Blatt Freudenstadt der neuen geologischen Karte von Württemberg in 1 : 25000 verzeichnet als **„Stufenbildungen in den Talanfängen“** in sehr weiter Verbreitung auf den Buntsandsteinplateaus ganz eigenartige Schuttbildungen, die von allen bis jetzt aus diesen Gegenden bekannten Erzeugnissen der glazialen Tätigkeit ebenso stark abweichen, wie von den Aufschüttungsprodukten außerhalb der glazialen Eisflußsphäre. Wir lernen sie am besten an einem Beispiel kennen.

Wir steigen in dem Talsystem des Teufelsbächle (siehe das Kärtchen a. f. Seite), das uns als mutmaßliches Gletschergebiet der Hauptvereisung eben erst beschäftigt hat, den Talzweig des Gäbelesbronnen hinauf. Ein kleines, aber wohl entwickeltes Kar hat sich in seinem unteren Abschnitt eingenistet. In dem sehr steilen Bachriß, der die hintere Karwand durchfurcht, gelangen wir schließlich über deren Rand in eine wesentlich flachere, ziemlich ausgedehnte obere Talmulde. Sie beginnt fast horizontal, steigt dann erst langsam, darauf aber plötzlich um einige Meter recht steil an, um jenseits dieser Stufe uns auf eine zweite horizontale Fläche zu führen. Bald folgt ein erneuter flacher Anstieg, ein neuer, kurzer Steilhang und eine neue horizontale Terrasse über ihm, und dieser Wechsel der Neigungsverhältnisse wiederholt sich in derselben Weise noch zweimal, bis wir den Nasenweg und damit die oberste, flache Wölbung des Höhenzuges erreichen.

Der ganze Anstieg vom Rande des Kares bei 780 m bis zur Höhe des Rückens bei Punkt 839,13 gliedert sich also in 4, wenn

[1] „Aus dem Schwarzwald“ 1895, S. 110.

wir den auch ein wenig terrassenartig geformten Rand der Karnische hinzunehmen, 5 treppenähnliche Stufen, deren Höhenunterschiede, von der Kante des Kares an gerechnet, resp. 16, 12, 10 und nochmals 10 m betragen. Die entsprechenden horizontalen Abstände sind, in der Achsenrichtung der Mulde und projiziert gemessen, 110, 110, 90 und 70 m; der horizontale Abstand der obersten Kante (Nasenweg) von der Höhe beträgt noch 120 m. In den beiden obersten Stufen

Abbildung 4. Talsystem des Teufelsbächle in 1:25000, mit mutmaßlichem Moränenrest der Haupteiszeit (α), einem Kar (voll umrandet) und Stufenbildungen (unterbrochen umrandet).

ist der Unterschied der ebenen und geneigten Abschnitte besonders gut ausgeprägt.

Als besonders auffallend an diesen Stufenbildungen ist hervorzuheben, daß sie in einander konzentrisch umfassenden, nach dem Tale zu konkaven Bögen die Breite der Mulde durchsetzen. Gemeinsam ist ihnen ferner, daß ihre ebene Oberfläche an gröberem Gesteinsmaterial auffallend arm ist, ihr Rand und vorderer Abfall dagegen mehr oder minder reichlich Blöcke führen. Dieselben entstammen den am ganzen Hange bis zur Höhe die Unterlage bildenden Schichten des Buntsandsteins.

Solche Stufensysteme, wie das oben geschilderte über dem

Gäbelesbronnen-Kar, sind nun in den flach muldenförmigen Talanfängen der Freudenstädter Buntsandsteinplateaus ungemein verbreitet (siehe die größere Karte). Besonders reichlich und gut entwickelt finden sie sich an der östlichen Abdachung des Roßberg-Rückens, dem auch das beschriebene Beispiel angehört. Andere liegen östlich und nördlich von Zwieselberg um das obere Talende der kleinen Kinzig. Weitere Gruppen besetzen die Hänge über den Karen des Langenwaldes, den flachen, nach Osten sehenden Abhang zwischen Vordersteinwald und Schömberg, die nordöstliche Abdachung des Finkenberges, die breite, vom Hirschkopf nach Osten geneigte Platte, sowie verschiedene Stellen der zwischen Freudenstadt und Büchenberg sich ausdehnenden Hochfläche. Von diesen letzteren sind von Freudenstadt besonders bequem die zwei Stufensysteme zu erreichen, die gleich südlich von der Friedrichshöhe um die Köhler- bezw. Waldhütte gelagert sind.

In ihrer Höhenlage sind die Stufen an die Ausbildung der oberen, flachen Talmulden auf und am Plateau gebunden, steigen dementsprechend nach der Anschwellung des Kniebis zu am höchsten an (870 m im Hütterich südlich, und 855 m im Sandwald nördlich von der Rotwasserhütte an der Kniebisstraße). Die obersten Stufen der Systeme bleiben regelmäßig 10 bis 20 m unter der benachbarten Höhe. Die tiefsten bisher beobachteten, normal entwickelten Stufen liegen bei 710 m (Solwald südlich Ödenwald). Ähnliche, augenscheinlich aber durch ihre Lage in engeren Talbildungen und mangelhaft entwickelte Horizontalböden etwas abweichende Gebilde ziehen sich weiter nördlich und nordöstlich, auf Blatt Baiersbronn und Altensteig, noch etwas tiefer hinab. Der Höhenunterschied zwischen der höchsten und tiefsten Stufe in den einzelnen Systemen beträgt meist 40 bis 50 m, kann aber bis auf 100 m anwachsen. Die unteren, enger gekrümmten Stufen vieler Systeme zeichnen sich durch etwas größere Höhe des Steilhanges aus. Die Anzahl der jeweils zusammengehörigen Stufen eines wohlausgebildeten Systemes schwankt zwischen vier und sieben. Die Anordnung der Treppen ist in den meisten Fällen ungestört konzentrisch und lehnt sich den Höhenkurven an; Unregelmäßigkeiten entstehen manchmal durch Verwachsung benachbarter Stufen.

Es wurde schon eingangs darauf hingewiesen, daß die Stufen zu den Schuttgebilden zu zählen sind. Tatsächlich ist in keinem Anschnitt eines Weges in ihnen irgend anstehendes Gestein getroffen. Von diesen übrigens nicht gerade zahlreichen Anschnittprofilen ist

eines (unterste Stufe zwischen Zwieselberg und Soldatenbrunnen) dadurch bemerkenswert, daß man sehen kann, wie die an der Oberfläche fast auf die Stirnseite beschränkten Blöcke im Innern auch sonst ziemlich häufig sind und eine förmliche Blockpackung bilden können. Gegen eine Beteiligung der so regelmäßig gelagerten Bänke des Untergrundes an den Stufen sprechen auch, ganz abgesehen von der Abwesenheit des Anstehenden in den beobachteten Anschnitten, die obenerwähnten unregelmäßigen Anastomosen zwischen benachbarten Stufen. Man sollte auch meinen, daß Gesteinsstufen des Anstehenden vor allem auf den konvex vorspringenden Wölbungen der Abhänge besonders deutlich würden. Doch ist hier in den allermeisten Fällen von den Stufen nichts zu sehen. Nur auf sehr flachen Wölbungen zwischen den Mulden laufen die obersten Stufen an einigen Stellen ohne Unterbrechung von beiden Seiten zusammen.

Von besonderer Bedeutung ist es nun, daß die stufenbesetzten Mulden vorwiegend nach Nordosten und Osten, zum Teil auch nach Südosten gewendet liegen. In anderer Lage kommen, wie an der Westseite des Hirschkopfes, nur hin und wieder einmal vereinzelte, an die Stufenbildungen erinnernde Schutt-Terrassen vor. Die Exposition der Stufen ist also im allgemeinen dieselbe, wie die der Kare. Die Stufensysteme sind aber etwas zahlreicher, als die Kare, und erscheinen an vielen Stellen, wo die Abdachung des Plateaus gar nicht zu einem Steilhang hinabführt, an dem Kare hätten entstehen können. Wo aber über einem Kar eine flache Ausmuldung des Plateaus vorkommt, wie so häufig auf Blatt Freudenstadt, ist sie in der Regel auch von einem Stufensystem treppenartig gegliedert. Die Stufen erscheinen daher oft mit den Karen auf das engste verbunden und sind ihnen dann wie eine obere, anders geartete Fortsetzung angefügt.

Es entsteht nun die Frage, auf welche Ursachen die Entstehung dieser ganz eigenartigen Schuttbildungen zurückgeführt werden könnte.

Daß die Stufen durch die Tätigkeit des fließenden Wassers entstanden sein könnten, muß unter allen Umständen ausgeschlossen erscheinen. Ihre konkave Sichelform stellt das gerade Gegenteil von dem konvex vorgeschobenen, deltaartigen Aufbau dar, den die Aufschüttungen der Bäche besitzen. Die regelmäßige Aufeinanderfolge der Terrassen und deren weite, etwa den Horizontalen folgende Ausbreitung nach den Seiten der Mulden hin würde bei fluviatilen Aufschüttungen in diesen Lageverhältnissen, wo an einen Vergleich mit

den bekannten Flußterrassen der Talböden gar nicht gedacht werden kann, auch ganz ohne Analogon sein. Dann ist auch, um alle Einzelheiten zu berücksichtigen, an den Anschnitten deutlich zu sehen, daß der Schutt der Stufenbildungen weder gewaschen, noch geschichtet und nach der Korngröße sortiert ist, wie es für die Ablagerungen des fließenden Wassers charakteristisch ist. Es wäre auch nicht einzusehen, weshalb an ziemlich symmetrisch sich abdachenden Bergrücken, z. B. am Finkenberg und Roßberg, Stufen nur am einen Abhange vorkommen, während sie auf der anderen Seite bei ganz gleichen Untergrundsverhältnissen und nahezu derselben Neigung der Oberfläche völlig vermißt werden. In sehr vielen der Mulden spielte das fließende Wasser auch sicher zur Zeit der Entstehung der Stufen ebensowenig eine nennenswerte Rolle, wie heutzutage, wo die Mulden fast ausnahmslos den größten Teil des Jahres hindurch völlig trocken sind.

Demgegenüber weist schon die Exposition der Stufensysteme, die mit jener der Kare so auffällig übereinstimmt, darauf hin, daß die im Windschatten der Höhen sich häufenden Schnee- und Firnmassen der Gazialzeit allein für ihre Ausbildung in Frage kommen können. Und es ist ganz natürlich, daß man zunächst daran denkt, es könne sich hier um Bildungen handeln, die genetisch mit den Karen gleichwertig, sich nur im Grade der Ausbildung von diesen schönen Denkmälern der Glazialtätigkeit in unserer Gegend unterscheiden. Die stufenführenden Mulden könnten gewissermaßen als embryonale Karanlagen erscheinen, die es unter wenig günstigen Bedingungen nur nicht zur vollen Entfaltung des karbildenden Prozesses mit seiner starken Beteiligung der Verwitterungserscheinungen gebracht haben. Die einzelnen Stufen würden dabei als Serien außerordentlich gleichmäßiger, den verschiedenen Ausdehnungsstadien der die Mulde erfüllenden Firnmassen entsprechender, moränenartiger Aufschüttungen erscheinen, mit denen sie ja zweifellos in den schon erwähnten Anschnittsprofilen eine gewisse Ähnlichkeit besitzen.

Aber auch diese Anschauung hält einer näheren Prüfung nicht stand; die Einwände gegen dieselbe sind verschiedener Art.

Zunächst läßt sie sich mit dem horizontalen Verlauf der Stufen nicht vereinigen, dem entsprechend die untere, dem Tale zugekehrte Grenze der Firnflecken in allen Stadien von deren Ausdehnung, nur in allmählich wechselnder Höhe, immer mit den Horizontalen hätte verlaufen müssen. Es gibt allerdings eine ganz bestimmte, im Hochgebirge außerordentlich verbreitete Kategorie von Firnflecken, die

am Fuße steiler Wände den einspringenden Winkel zwischen diesen und den angelagerten Schutthalden erfüllen, die durchweg nach unten sogar etwas sichelförmig ausgeschnitten erscheinen[1]. Aber sie können hier zum Vergleich deshalb unter keinen Umständen herangezogen werden, weil sie mit dieser Form ihres Randes nur passiv der besonderen, von den Verhältnissen unserer Mulden durchaus abweichenden Ausgestaltung der sie aufnehmenden Vertiefungen folgen.

Moränenartige Erzeugnisse von Firnflecken in den Mulden müßten vielmehr in der Regel die Form von Zungenbecken besitzen. Ihr Umriß müßte nach dem Tale zu, entsprechend dem größten Schub in der Mitte, konvex sein, und ihr Längsschnitt, ebenfalls im Widerspruch mit dem tatsächlichen Verhalten der abgeflachten Stufen, eine Einsenkung hinter einer vorderen Anschwellung erkennen lassen. Es ist aber nach allem, was wir von solchen flach gelagerten und vergleichsweise geringfügigen Firnansammlungen in der Gegenwart wissen, noch gar nicht ausgemacht, oder vielmehr es ist gänzlich unwahrscheinlich, daß unter diesen Verhältnissen an die Möglichkeit einer so regelmäßigen, so ausgiebig Schutt transportierenden, gletscherartigen Bewegung gedacht werden kann.

Vor allem ist es aber endlich ganz unmöglich sich vorzustellen, wie über den obersten Stufen, in so unmittelbarer Nachbarschaft des flachen Höhenrückens, wie in dem oben geschilderten, durchaus keinen extremen Fall darstellenden Beispiel, überhaupt noch eine solche Bewegung hätte auftreten können. Es ist auch gar nicht möglich, daß außerhalb der klimatischen Firngrenze, und so weit außerhalb, wie die am tiefsten gelegenen Stufensysteme (in der letzten Vereisungsperiode, um die es sich allein handeln kann), abschmelzende Firnmassen sich gerade nach den Höhenrücken zurückgezogen hätten. Gerade diese höchsten Rückenflächen waren außerhalb der Firngrenze unbedingt frei von perennierenden Schneemassen, und Ansammlungen von solchen sind, um diese bekannte Tatsache hier nocheinmal zu betonen, nur in ihrem Windschatten an geschützten Stellen vorhanden gewesen. Und wenn sie mit dem Umschwung der klimatischen Verhältnisse zum Schwinden kamen, müssen wir ihre letzten Reste in den tiefsten Einsenkungen der Mulden suchen, wo sie immer am mächtigsten waren und am längsten wirksamen Schutz fanden, niemals auf den höchsten Rücken des Geländes.

Und doch erscheint es sehr wohl möglich, die Stufen mit den

[1] Ch. März, 1903; Der Seenkessel der Soiern, S. 64.

Firnflecken, die bei einer Lage der klimatischen Firngrenze bei 850 m in der ganzen Zone des Gebirges, in allen den günstig exponierten und geschützten Mulden, in denen die Stufensysteme vorkommen, bestanden haben müssen, in ursächlichen Zusammenhang zu bringen. Wir müssen aber anstatt des dem Tale zugewendeten Unterendes des Firnflecks dessen obere Begrenzung ins Auge fassen. Diese paßte sich natürlich der Rundung der Mulden an, verlief infolgedessen etwa so, wie die Höhenkurven, in einem talwärts konkaven Bogen. Veränderte sich der Umfang der Firnmasse, so mußten die verschiedenen Lagen des Randes sich konzentrisch um den tiefsten Teil der Mulde gruppieren, wo sich der Kern des Firnlagers befand. Erfolgte die Größenveränderung einmal ausnahmsweise unregelmäßig nur auf einer Seite, so rückten nur dort die Grenzlinien auseinander, blieben aber auf der anderen Seite unverschoben. Verschmolzen die Firnflecken an günstigen Stellen einmal zu länger sich am Abhange hinziehenden Lagern, so bog ihre gemeinsame obere Grenze sich in den Mulden zum Berge, auf den dazwischen liegenden Wölbungen zum Tale aus. — Wir sehen, daß die oberen Grenzen solcher Firnmassen bei ihren Wandlungen bis ins einzelne der Anordnung der Stufen entsprechen, die wir jetzt noch beobachten können. Am oberen Rande der Firnflecken und gelegentlich zusammenhängender, dem Hange folgender Firnlager sind also die Stufen augenscheinlich entstanden, und zwar, wie wir wohl ohne Kommentar hinzufügen können, in der Abschmelzzeit der letzten Vereisung, wo die Firnmassen mehr und mehr nach den am günstigsten gelegenen Stellen ihres Bettes zusammenschwanden, bis auch dort der letzte Rest verging.

Dementsprechend war die Rolle der Firnmassen bei der Aufschüttung der Stufen nur eine passive, indem sich der Schutt des Hanges an ihnen in seiner Bewegung staute. Über die Einzelheiten dieses Vorganges lassen sich nur Vermutungen anstellen. Daß die Schuttproduktion gerade in dieser der Firngrenze nahen Region des Gebirges mit ihrem beständigen Wechsel von sprengendem Frost und intensiver Durchfeuchtung eine ungewöhnlich starke war, ist bekannt. Im nassen Zustande war er, von keiner Vegetation gehalten, in nicht geringem Grade beweglich. Keine Zone der Berghänge über den Firnflecken war aber während des Sommers so beständig durchfeuchtet, wie die unmittelbare Umgebung ihres Randes. Es stellt also keine besondere Anforderung an die Phantasie, sich vorzustellen, daß dort im Laufe längerer Jahre der

Abhangschutt der näheren Umgebung zu einer das Firnlager umgebenden Terrasse zusammenglitt, deren Mächtigkeit ja auch am vorderen Rande nur einige Meter betrug. Daß bei dem nassen Zustande der Schuttmassen die größeren Blöcke in ihnen nicht an der Oberfläche blieben, dürfte erklärlich erscheinen. Ihre Häufung am vorderen Abhang kann als Anreicherung infolge der hier wirksamen Auswaschung des Schuttes erklärt werden, und solche Blockpackung war, einmal entstanden, ein wirksamer Schutz für die ganze Terrassenbildung, wenn der Rand des Firnflecks bei erneutem Abschmelzen sich von ihr zurückzog. Es kam als weiterer erhaltender Faktor dazu, daß die neuentstandene Terrasse dann auch aus der Zone der intensivsten, andauernden Durchfeuchtung durch das Weiterrücken der Firnumgrenzung herauskam.

Daß der Rückzug der Umgrenzung der Firnflecken periodisch erfolgte, geht aus der ganzen Ausbildung der Stufensysteme mit Deutlichkeit hervor. Dabei kann es sich aber nicht um die bekannten, großen Rückzugsetappen der letzten Vereisung handeln, deren erste ja schon die Firngrenze so hoch hinauftrieb, daß in diesem Teile des Schwarzwaldes die perennierenden Schneemassen wahrscheinlich sämtlich endgültig das Feld räumen mußten. Es ist aber in der Diluvialliteratur mehrfach auch von klimatischen Perioden von viel kürzerer Dauer die Rede, die den Zwischenraum zwischen Hauptrückzugsetappen der diluvialen Vereisung noch weiter gegliedert haben, sekundären Klimaschwankungen, für deren Auftreten auch in unseren Tagen sich das Beweismaterial zu mehren scheint. Ihnen entsprechen kleinere Etappen im Abschmelzen der Eis- und Firnmassen, für die ja auch anderweitig Anzeichen in der Anordnung der glazialen Erzeugnisse vorhanden sind. Sie müssen wir für die strenge Periodizität der Schuttanhäufungen in den hochliegenden Mulden in Anspruch nehmen. Der Aufbau der Stufensysteme ist sogar vermutlich das klarste und am besten erhaltene Erzeugnis dieser klimatischen Periodizität im kleineren Rahmen, das aus der Glazialzeit auf uns gekommen ist.

Es scheint, daß in der letzten Eiszeit die Bedingungen für die Ausbildung der geschilderten Stufensysteme in dem Teile des Gebirges, dem das Blatt Freudenstadt angehört, ausnahmsweise günstig waren, und zwar insofern, als die Kammregion, die nur wenig in die Firngrenze hineinragte, von der hohen Summe der Niederschläge nicht allzuviel zur Bildung ihrer geschlossenen Firndecke hinwegnahm. Ein großer Teil kam noch dem nächsten klimatischen Hinter-

land weiter östlich zugute, und dieses Hinterland, eben unser Gebiet, war hoch genug, um an günstigen Stellen den Überschuß der Niederschläge in mehr oder weniger isolierten Firnmassen zu erhalten, und stellte in seiner reichen Plateauentwicklung sehr vielfach günstig geformte und günstig exponierte Stellen für solche Firnansammlungen zur Verfügung.

Gehen wir weiter nach Norden, so können wir bald eine sehr merkliche Abnahme in der Ausbildung der Stufensysteme erkennen. Aber es ändern sich auch die allgemeinen Bedingungen. Das Gebirge schwillt höher an, absorbierte also in der Eiszeit in den ausgedehnten Firndecken seiner zentralen Masse einen viel bedeutenderen Anteil der Niederschläge, so daß in seinem Wetterschatten isolierte Firnflecken viel weniger Nahrung fanden, als bei Freudenstadt. Die nähere Untersuchung dieser Gegenden, der hier nicht vorgegriffen werden soll, wird ergeben, ob dieser klimatische Faktor allein für die Abnahme in der Häufigkeit und dem Grade der Entwicklung der Stufensysteme verantwortlich zu machen ist. Vielleicht kommt dazu, daß dort gerade östlich von der Kammregion auch die Plateaureste infolge der stärkeren Durchtalung vielfach zu schmal waren, und daher zu arm an den flachen, behäbigen Hochmulden, in denen bei Freudenstadt sich die Stufensysteme in so großer Gleichmäßigkeit entwickeln konnten.

ngen

Forbach

nstadt.

Umrandung hervor-

ht schraffiert.

recht schraffiert.

gen: mit unter-

nrandung.

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Statistischen Landesamtes.
No. 2. 1907.

Labyrinthodontenreste aus dem Hauptkonglomerat von Altensteig im württembergischen Schwarzwald.

Von **Martin Schmidt.**

Mit 1 Tafel.

Vor etwa Jahresfrist gelang es Herrn Assistent W. Spitz aus Heidelberg[1] und mir, auf einer gemeinsamen Exkursion durch mein damaliges Aufnahmegebiet in dem kleinen Steinbruch des Hirschgrundes, 1 km ostsüdöstlich vom Bahnhof Altensteig, reichliche Knochenfragmente größerer Wirbeltiere aufzufinden. Ich selbst hatte beim Durchsuchen des Steinbruches das Glück, in einem losgebrochenen Block ein ganz leidlich erhaltenes Unterkieferende eines Labyrinthodonten zu erbeuten (s. d. Tafel).

Das Vorkommen von Labyrinthodontenresten im Buntsandstein des Schwarzwaldes ist seit lange bekannt[2]. Da aber größere, einigermaßen sicher zu deutende Knochenteile bisher nur als große Seltenheiten vorgekommen sind, gebe ich von meinem Fundstück Abbildung und Beschreibung, um so mehr als das neue Stück sich mit den aus diesen Lagen schon bekannten als nicht unwillkommene Ergänzung scheint vereinigen zu lassen.

Ein besonderes Interesse dürfte es außerdem darum beanspruchen, weil es so gut wie aus dem Anstehenden entnommen ist. Der kleine Steinbruch, in dem das Fundstück lag und in dem andauernd etwas gearbeitet wird, baut Schichten des oberen oder Hauptkonglomerates ab (Smc$_2$ der geologischen Aufnahme). Wenige Meter über der Sohle des Bruches finden sich tatsächlich auch im

[1] Die Veranlassung zu unserem näheren Nachforschen in der Gegend gab ein von Herrn Spitz in einem Prellstein der Chaussee Altensteig—Ebhausen aufgefundenes Knochenbruchstück.

[2] s. Zusammenstellung bei Eck, Erl. zur geogn. Karte der Umgegend von Lahr, S. 89.

Anstehenden Knochenstückchen, an ihrer bläulichweißen Farbe leicht kenntlich, in einer Bank, mit der auch petrographisch der den Kiefer tragende Block ganz gut übereinstimmt. Die, wie gewöhnlich, im Waldboden ziemlich genau bestimmbare Oberkante des Hauptkonglomerates liegt kaum 30 m höher am Hange. Da die Mächtigkeit der ganzen Zone in einem außergewöhnlich günstigen Aufschluß der nächsten Nachbarschaft, dem Seltergraben südlich von Altensteig[1], sich auf mehr als 50 m bestimmen ließ, liegt die knochenführende Schicht des Steinbruches etwas unter ihrer Mitte.

Das Vorkommen solcher Knochenreste ist indes sicher nicht auf die so bezeichnete Lage des Hauptkonglomerates beschränkt. Denn ich fand sie in einem Steinbruch am Nordostabhange des Nagoldtales nahe westlich von Ebhausen (resp. Wöllhausen, Ostrand von Blatt Altensteig) ebenfalls in ziemlicher Häufigkeit[2]. Die obere Grenze des Konglomerates ist hier, einige Meter unter einer auffallend violett und blaugrau gefärbten, mit gelbgrauen Dolomitknollen durchsetzten Schicht des oberen Buntsandsteins, recht deutlich zu erkennen. Nur wenige Meter unter ihr finden sich die Knochenstückchen. Ja es scheint, als ob sie in allen möglichen Horizonten des Hauptkonglomerates, und zwar besonders in den gerölleführenden Lagen, gelegentlich anzutreffen sind[3].

Die Knochenmasse und die Zähne unseres Unterkieferstückes heben sich in fast weißer Farbe von der schmutzig rötlichen, nicht besonders festen, aber Quarzgerölle von mehr als 1 cm Durchmesser reichlich enthaltenden Oberfläche der Gesteinsplatte sehr scharf ab, um so mehr, als die nächste Umgebung der Reste ein etwas dunkler bräunlich gefärbtes Bindemittel besitzt, als das übrige Gestein.

Unser Kieferstück besitzt eine Länge von 123 mm; seine Breite beträgt ohne die Zähne vorn 5, hinten 15 mm. Die Begrenzung ist oben fast schnurgerade. Der untere Rand ist in der Mitte ebenfalls gerade. Hinten springt er, soweit nicht Bruchrand vorliegt, ein wenig flügelförmig nach unten vor, vielleicht nur infolge leichter Verdrückung. Vorn ist vom Beginn des vordersten Viertels an eine leichte Zurundung der Spitze zu spüren, die noch weiter nach dem Ende zu, ein Stück hinter dem deutlich hervortretenden Fangzahn.

[1] s. unten S. 7 ff.

[2] Aus diesem Steinbruch stammen nach Eck auch die Bausteine der Nagolder Kirche, in denen Quenstedt (Handb. d. Petrefaktenk., 3. Aufl. S. 249) Labyrinthodontenschilder nachwies.

[3] s. auch unten S. 10.

etwas stärker wird. Immerhin ist diese Aufbiegung des Konturs im ganzen ziemlich flach, so daß das Vorderende des Kiefers schlank zugeschnittene Form besitzt.

Der obere Rand war in seiner ganzen Länge mit leicht nach hinten geneigten, ziemlich gleichmäßig gestalteten und verteilten Zähnen besetzt, die aber nur in Bruchstücken erhalten sind. Sie besitzen etwa 1,2 mm unteren Durchmesser und, soweit man sehen kann, schlank konische Form. Keiner ist bis zur Spitze vorhanden, doch scheint ihre Länge etwa 3 mm betragen zu haben. Ihre Entfernung voneinander beträgt von Mitte zu Mitte gemessen 3 mm. An einer Stelle erscheinen in dem Zwischenraum zwischen zwei ausgewachsenen Zähnen Reste eines noch unausgebildeten Ersatzzahnes angedeutet.

Fast 1 cm vom Vorderrande des Kiefers entfernt sitzt ein viel größerer, ebenfalls nach hinten geneigter, fast bis zur Spitze erhaltener Fangzahn von 9 mm Länge und, soweit zu erkennen, mehr als 3 mm Breite an der Basis. Es ist bekannt, daß bei den Labyrinthodonten die Fangzähne auch des Unterkiefers innerhalb der ununterbrochen an ihnen vorbeilaufenden Zahnreihe des äußeren Kieferrandes eine isolierte Stellung besitzen. So liegt auch bei unserem Stück der Fangzahn nicht genau in der Ebene der Hauptreihe, vielmehr ein wenig höher im Relief, als diese. Wir haben demnach die Innenseite eines linken Unterkiefers vor uns.

Von allen Zähnen ist nur ein Teil der Zahnsubstanz erhalten, der aber an den unregelmäßigen Bruchflächen die Labyrinthstruktur deutlich erkennen läßt.

Sämtliche Zähne stehen auf einer dem *dentale* zugehörigen, soliden, gerundet nach außen — also nach dem Gestein des Blockes zu — vorspringenden Knochenleiste von 4—5 mm Breite, von deren Substanz stellenweise ziemlich viel erhalten ist. Ihre oberste, die Zähne tragende Schicht von 1 mm Dicke besitzt in Farbe und gewissen Struktureigentümlichkeiten mehr Ähnlichkeit mit den Zähnen, als mit der homogenen Knochenmasse, aus der die Leiste sonst besteht. Von einer mikroskopischen Untersuchung dieser eigenartigen Basalplatte wurde indes, um das Fundstück zu schonen, bisher abgesehen. Von einer auswärts von der Zahnreihe sich erhebenden Lamelle des *dentale*, die Burmeister[1] für *Trematosaurus Brauni* an-

[1] 1849. Über Labyrinthodonten aus dem bunten Sandstein von Bernburg. I *Trematosaurus*. S. 36, Textfigur auf S. 38.

gibt, und die dem Unterkiefer desselben pleurodonten Charakter verleihen würde, zeigt unser Stück keine deutliche Spur.

Auch das bei verwandten Formen bis zur Symphyse reichende *angulare* bildet am Unterrande eine ähnliche, wenn auch weniger gewölbte Leiste. Der zwischen beiden liegende, spitz dreieckige Raum, auf dem fast gar keine Knochensubstanz haften geblieben ist, entspricht einer nach vorn sich verschmälernden Depression der äußeren Kieferfläche.

Von der bekannten, radial grubigen Skulptur der Labyrinthodontenknochen, die z. B. bei *Trematosaurus* und *Capitosaurus* des Bernburger Buntsandsteins oft erhalten ist, sind an unserem Stück deutliche Spuren nicht erkennbar. Die Außenfläche des Knochens ist aber an vielen Stellen dadurch grubig und löcherig geworden, daß sich gröbere Körner des Gesteines in sie eingedrückt haben, etwa so, wie in Konglomeraten widerstandsfähigere Geschiebe sich oft in benachbarte von größerer chemischer Angreifbarkeit vermöge eines durch den lokalen Druck begünstigten Korrosionsvorganges eingesenkt haben. Von einer Nahtbegrenzung des *dentale* gegen das *angulare* ist, vielleicht wegen dieser vielfachen Zerstörung der Außenfläche des Knochens, nichts zu erkennen. Es ist darum auch von einem besonderen *spleniale*, das z. B. bei *Mastodonsaurus* den Fangzahn des Unterkiefers trägt[1], nichts nachzuweisen.

Unter dem Fangzahn ist die Knochenmasse des Kiefers, die hier vermutlich besonders solide war, am vollständigsten erhalten geblieben. Sie zeigt auf ihrer oberen, also im Sinne des Kiefers inneren Bruchfläche, z. T. mit Gesteinsmasse erfüllt, das scharf abgezeichnete, etwa 1 mm breite und fast ebenso tiefe Vorderende des *canalis alveolaris*.

Es ist nach dem gegenwärtigen Stande der Kenntnis der Buntsandstein-Labyrinthodonten nicht möglich, über die genaue systematische Zugehörigkeit des Altensteiger vereinzelten Unterkiefers ein sicheres Urteil zu fällen. Mit den Hauptformen der Labyrinthodonten des Bernburger Vorkommens, von denen man auch die Unterkiefer genauer kennt, ist unsere Form indes wohl nicht zusammenzubringen. Denn bei *Trematosaurus Brauni* Burm. ist nach der rekonstruierten Hauptabbildung bei Burmeister[2] und einem mir vorliegenden Exemplar aus dem K. Naturalienkabinett in Stutt-

[1] E. Fraas, 1889. Die Labyrinthodonten der schwäbischen Trias. Palaeontographica. Bd. XXXVI S. 75.

[2] l. c. T. III Fig. 2.

gart zu urteilen, die untere Begrenzung des Kiefers bis unter den Fangzahn geradlinig, eventuell sogar leicht konkav[1], um dann in kräftigem, kurzem Bogen aufzubiegen, so daß der Kiefer nicht zugeschärft, sondern stumpf zugerundet erscheint. Ähnlich verhält sich nach der Abbildung bei ZITTEL[2] *Capitosaurus nasutus* H. v. M. Die Zuschärfung des Vorderendes erinnert vielmehr an die Verhältnisse bei *Mastodonsaurus giganteus* JAEG. in der Abbildung bei E. FRAAS[3]. Es ist allerdings noch näher zu untersuchen, ob hier wirklich ein guter Differentialcharakter, oder doch vielleicht eine durch Unterschiede in der Erhaltung bedingte Zufälligkeit vorliegt (vergl. z. B. die zweite der schon zitierten Textabbildungen bei BURMEISTER). Vorläufig wäre ich geneigt, nach dieser Analogie der Gesamtform den Kiefer bei *Mastodonsaurus* unterzubringen. Zu *Mastodonsaurus* zählt nun z. B. K. v. ZITTEL[4] den großen, wohlerhaltenen Abdruck der Unterseite eines Labyrinthodontenschädels aus dem Buntsandstein von Herzogenweiler, der in der Donaueschinger Sammlung liegt und als *Labyrinthodon Fürstenberganus* durch H. v. MEYER beschrieben wurde[5]. Mit diesem größten und wichtigsten Schwarzwälder Labyrinthodontenrest könnte also unser Stück vielleicht zusammenzubringen sein, trotzdem es den Größenverhältnissen desselben nicht ganz entspricht. Es ist auch zu beachten, daß unser Kieferstück in der Schlankheit der Form gerade so zwischen *Trematosaurus Brauni* und *Capitosaurus nasutus* die Mitte hält, wie der Donaueschinger Schädel nach H. v. MEYER. Im geologischen Niveau stimmt dieser mit unserem Stück jedenfalls recht gut überein. Denn er stammt nach H. v. ECK[6] und F. SCHALCH[7] aus dem mittleren Buntsandstein und ist dem kieseligen Bindemittel des Blockes zufolge dann dessen dem Hauptkonglomerat entsprechendem Abschnitt zuzuweisen.

Zu dem sehr interessanten, von E. FRAAS beschriebenen[8] Ab-

---

[1] H. v. MEYER, 1858. Labyrinthodonten aus dem bunten Sandstein von Bernburg. Palaeontographica VI, S. 243.

[2] Handbuch III, Fig. 396.

[3] l. c. S. 73, Fig. 3.

[4] Handbuch III, S. 407.

[5] 1847—55. Zur Fauna der Vorwelt. Die Saurier des Muschelkalks mit Rücksicht auf die Saurier aus buntem Sandstein und Keuper. S. 138, T. 64 Fig. 16.

[6] 1884. Geognostische Karte der Umgegend von Lahr. Erl. S. 89.

[7] 1899. Erläuterungen zu Blatt Villingen der Badischen Geolog. Landesaufnahme. S. 22.

[8] 1901. *Labyrinthodon* aus dem Buntsandstein von Teinach. Jahresh. d. Ver. f. vat. Nat. LVII, S. 318—320.

druck eines Unterkieferbruchstückes aus dem Hauptkonglomerat der Gegend von Calw scheinen mir engere Beziehungen nicht zu bestehen. Denn es ist, ganz abgesehen von dem Größenunterschied, von so bedeutenden Zahnalveolen, wie sie der ausgezeichnete Kenner der Triasvertebraten in seiner Deutung des problematischen Fundstückes annimmt, an dem unsrigen nichts vorhanden.

Von den übrigen in dem Steinbruche des Hirschgrundes bis jetzt gesammelten Knochenbruchstücken kann nur eines noch ein gewisses Interesse beanspruchen, eine reich skulpierte Hautknochenplatte, wie sie für die Labyrinthodonten so charakteristisch sind. Sie wurde vor kurzem von M. Bräuhäuser erbeutet.

Das 7,5 cm lange, 4 cm breite Plattenstück ist nicht ganz vollständig. Der ursprüngliche Umriß läßt sich aber aus der Verteilung der Skulpturelemente mit einiger Sicherheit ergänzen. Nach den mir vorliegenden Abbildungen und dem reichen Labyrinthodontenmaterial des Stuttgarter Naturalienkabinetts zu urteilen, handelt es sich um eine rechte, äußere Kehlbrustplatte. Darauf deuten ihre vergleichsweise zierlichen Ornamente, die von dem nicht erhaltenen Ossifikationszentrum zum Teil in leicht gebogener Richtung ausstrahlen und nach dem über die unpaare Sternalplatte übergreifenden, ziemlich dünnen Rande zu sich abschwächen. (Gewisse Deckknochen der Temporalgegend, an die man der Form nach auch denken könnte, sind rings mit ihren Nachbarn durch Nähte fest verbunden. Dementsprechend ist ihr Rand ringsum ziemlich stark und die ziemlich grobe Skulptur bleibt so bis zum Rande, besitzt auch nur gerade Strahlrichtungen, soweit ich vergleichen konnte.)

Es ist nun von gewissem Interesse, daß die vorliegende Platte augenscheinlich viel breiter und kürzer gewesen ist, als z. B. der entsprechende, gut bekannte Hautknochen von *Trematosaurus Brauni*. der sich nach vorn klingenartig ziemlich verlängert. (Zum Vergleich mit dem entsprechenden Knochenstück von *Capitosaurus* fehlt mir das Material.) Der ganze Komplex der Kehlbrustplatten dürfte bei unserer Form (also vielleicht bei *Mastodonsaurus Fürstenberganus*) mehr in die Quere ausgebildet gewesen sein, etwa mit einer gewissen Annäherung an den Bau des Apparates bei dem durch E. Fraas beschriebenen[1] *Plagiosternum* des oberen Muschelkalkes und der Lettenkohle.

[1] 1896. Die schwäbischen Trias-Saurier, S. 7 u. 8.

Als Anhang füge ich dieser Mitteilung die kurze Beschreibung eines Profiles durch die Zone des oberen Konglomerates bei, das durch die Wolkenbrüche des vergangenen Sommers in der steilen Rinne des Seltergrabens unmittelbar nördlich Altensteig, fast ohne Lücke in ausgezeichneter Klarheit und überall zugänglich aufgeschlossen war. Mittlerweile hat man an verschiedenen Stellen gegen die bei schweren Regenfällen dort herunterstürzenden Wassermassen aus Pfahlwerk und Blöcken Sperren eingebaut und so Teile des ausgezeichneten Aufschlusses der Betrachtung wieder entzogen. Immerhin kann der Besuch des Profiles (kaum 10 Minuten vom Bahnhof Altensteig) auch jetzt noch sehr empfohlen werden. Denn ein vollständiges Profil durch eine so bedeutende Abteilung des Buntsandsteines ist in dieser Gegend, wo eigentliche Schliffbildungen fehlen, sonst kaum vorhanden. Im Hauptkonglomerat ist es deshalb von besonderem Wert, weil über die Mächtigkeit dieser Zone im württembergischen Schwarzwalde bis in die jüngste Zeit noch gelegentlich in der Literatur ganz unzutreffende Meinungen geäußert wurden.

In dem Profil des Seltergraben ist durch Gerölle führende Zonen eine Mächtigkeit von nicht weniger als 55 m gekennzeichnet. Die untersten dieser Geröllhorizonte sind sehr deutlich ausgebildet. Sie standen mit einem mehrere Meter betragenden Anteil des sogenannten geröllfreien Hauptbuntsandstein, der darunter noch erschlossen war, in auffallendem Kontrast. Diese untere Gruppe von Geröllbänken besitzt reichlich 4 m Mächtigkeit.

Gerölleinlagerungen von weniger ausgesprochenem Charakter fanden sich dann wieder bei etwa 10 m über der Unterkante des ganzen Abschnittes. Eine zweite ausgeprägte Geröllzone liegt bei 18, eine dritte bei 25, eine vierte bei 30, fernere bei 40 und 47 m, ungerechnet mehrere andere, weniger scharf hervortretende Lagen.

Vor allem die letzterwähnten drei Hauptlagen sind durch Verkieselung ihrer oft über 1 m mächtigen Gesteinsbänke ausgezeichnet. Ihnen entstammen also vorwiegend in dieser Gegend die fast unvergänglichen „Gaggelesblöcke“ der Steilhänge im Buntsandstein. Sie bilden an besonders günstigen Stellen eine fast lückenlose Decke über dem Anstehenden und kommen fast ohne Veränderung ihrer grob prismatischen ursprünglichen Umrisse bis auf die Talsohlen hinab.

Die geröllführenden Lagen besitzen nun, verkieselt oder nicht, abgesehen von den Geröllen ein mittleres Korn. Es entspricht dem

der meisten Schichten der tieferen, geröllfreien und gewöhnlich nur wenig Glimmer führenden Schichten des mittleren Buntsandsteins.

Die zwischen ihnen eingeschalteten, die Hauptmasse des Profiles ausmachenden Sandsteinlagen ohne Gerölle sind in den tieferen Regionen des Hauptkonglomerates ebenfalls von dem geröllfreien Hauptbuntsandstein nicht zu unterscheiden. Bemerkenswert wäre nur, daß sie in unserem Profil in einer ganzen Reihe von Lagen an den bekannten „Pseudomorphosen" sehr reich sind, viel reicher, als irgend ein Horizont im geröllfreien Hauptbuntsandstein dieser Gegenden bis jetzt gefunden wurde.

Nach oben zu ändert sich der Gesteinscharakter der Zwischenlagen. Es treten mehrfach feinkörnige, oft plattig spaltende, etwas tonige und an großen, hellen Glimmerschuppen reichere Sandsteinbänke auf, die von typischem oberem Buntsandstein im Handstück nicht zu unterscheiden sind und auch für den Waldbau eine diesem entsprechende, günstige Rolle spielen müssen. Solche Lagen habe ich im Altensteiger Profil schon 35 m über der Unterkante des Hauptkonglomerates deutlich entwickelt gefunden.

Es ist natürlich nicht angängig, um dieser Einlagerungen willen den oberen Buntsandstein schon in diesen Horizonten beginnen zu lassen, wo gerade die bestentwickelten, grobklotzigen und stark verkieselten, typischen Konglomeratbänke lagern. Bis zu der letzten der oben aufgezählten, typischen Geröllzonen bei 47 m muß vielmehr das Hauptkonglomerat zunächst auf jeden Fall gerechnet werden.

Es erscheint mir aber praktisch, schon im Interesse einer präzisen Kartierung, noch eine letzte, Gerölle führende, aber meist an ihnen nicht besonders reiche Zone von mittelkörnigem Sandstein, die zwischen 53 und 55 m über der Unterkante ansteht, ebenfalls noch zum Hauptkonglomerat zu ziehen. So hat wenigstens Eck in seinem Profil des oberen Buntsandsteines der Nagoldgegend[1] die Grenze dieser Abteilung gegen das Hauptkonglomerat festgelegt. Nach meinen Erfahrungen läßt sich diese oberste Geröllzone bei der Kartierung, sogar im Walde ohne alle Aufschlüsse, an losen Quarzgeröllen und einzelnen festeren, Gerölle führenden Gesteinsstücken recht gut verfolgen. Sie ist — und zwar augenscheinlich in weiterer Verbreitung — gewöhnlich noch bezeichnet durch gelegentlich Gerölle zeigende, etwas plattige Lagen von mittlerem Korn, die wenigstens auf der Oberfläche, oft durch und durch ungemein löcherig sind und

[1] Lahr. Erläuterungen S. 88.

wie wurmstichig erscheinen. Eine solche Lage ist im Altensteiger Profil bei etwa 53 m über der Unterkante deutlich zu beobachten.

In dem Profile Eck's ist der über diesem hangendsten Geröllniveau folgende erste Abschnitt des oberen Buntsandsteins auffallend gekennzeichnet durch 2 m „violetten oder blauen, fein- oder mittelkörnigen, glimmerigen Sandstein, zum Teil mit kaolinisierten Feldspatfragmenten, stets reich an Knollen von braunem Dolomit (worin hie und da Schwerspat- und Kalkspatdrusen) und sehr oft auch an Ausscheidungen von Karneol bezw. Chalcedon". In einem ausgezeichneten Aufschluß in dem Steinbruch an der Eisenbahnbrücke zwischen Nagold und Emmingen liegt diese Schicht fast 3 m über der letzten, einzelne Gerölle führenden Bank vom Charakter des mittleren Buntsandsteins, bei Ebhausen (etwas talaufwärts gelegener Steinbruch), wie oben (S. 2) schon erwähnt, in einem ähnlichen Verbande. Auch in unserem Profil ist die blaue Zone zu erkennen, wenn auch nur in einem kleinen Aufschluß, 4 m über der besprochenen hangendsten Geröllzone, wo im übrigen auch im vergangenen Sommer von den Schichten nicht mehr viel entblößt war. Der schöne Aufschluß auf der Elme, 4 km nordwestlich von Baiersbronn zeigt, wie bekannt, in demselben Dolomithorizont Karneolausscheidungen in hervorragend schöner Entwicklung.

Man findet nun mehrfach diese violettblauen Dolomit- und Karneolschichten an der Basis des oberen Buntsandsteins schlechtweg den „Zwischenschichten" Benecke's gleichgestellt. Ich glaube, daß diese Parallele nur zum Teil zutrifft. Es ist mir wahrscheinlicher, daß diese tieferen Horizonte unseres oberen Buntsandsteins nur der oberen Hälfte der Zwischenschichten entsprechen. Ihre untere Abteilung möchte ich lieber mit dem oberen, etwa 20 m mächtigen Anteil unseres Hauptkonglomerates vergleichen, dessen Gesteinscharakter, wie wir sahen, mehrfach Anklänge an den oberen Buntsandstein zeigt. Dieser tiefere Abschnitt der Zwischenschichten führt ja auch im Reichsland (z. B. bei Pfalzburg[1]) konglomeratische Einlagen. In unserem Gebiet, in dem die Ausscheidung eines ganzen Schichtabschnittes zwischen oberem und mittlerem Buntsandstein als Zwischenschichten nicht durchführbar ist[2], und nur eine Abgrenzung von Hauptkonglomerat gegen oberen Buntsandstein nach dem endgültigen Verschwinden deutlicher Geröllagen vorgenommen werden

[1] Schumacher 1902. Erläut. zu Blatt Pfalzburg S. 70—76.
[2] s. auch Eck, Lahr, S. 89.

konnte, würde die Grenze dieser beiden Abteilungen dann recht passend in die Mitte des den Zwischenschichten anderer Gebiete entsprechenden Abschnittes fallen.

An Knochen von Wirbeltieren ist bis jetzt in dem Aufschluß des Seltergrabens erst ein größeres, von einem Labyrinthodonten stammendes Bruchstück (durch Herrn M. Bräuhäuser) gefunden worden. Sein Lager befand sich etwa 9 m über der Unterkante des Hauptkonglomerates.

Alle Knochenstücke, die aus dem Hauptkonglomerat bisher in meine Hand kamen, lagen nun einzeln und oft zerbrochen im Gestein. Sie zeigen aber, trotzdem sie (wie das abgebildete Stück) mit wohlgerundeten Quarzgeröllen zusammen vorkamen, keine deutlichen Spuren von Abrollung. Solche müßte man mit Bestimmtheit ziemlich allgemein erwarten, wenn es sich bei diesen geröllreichen Ablagerungen um Erzeugnisse der Brandung am Meeresufer handelte, auf deren Tätigkeit die Entstehung unserer Buntsandsteinkonglomerate noch vielfach zurückgeführt wird.

Viel wahrscheinlicher ist es mir, daß kurze, periodische Überflutungen in diesem Abschnitt der Erdgeschichte unsere Gegenden heimsuchten und unter ihrer Vertebratenfauna große Verheerungen anrichteten. Die losen Knochen dieser Kadaver gelangten dann mit den von fernher zugeführten fertigen Geröllen in ein Lager. In welcher Weise man sich von solchen periodischen, geröllführenden Überflutungen an der Hand noch heute sich abspielender Vorgänge eine Vorstellung machen kann, ist von berufener Seite zur Genüge erörtert.

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Statistischen Landesamts.
No. 2. 1907.

Autor phot. Lichtdruck v. M. Rommel & Ko.

Linker Unterkiefer eines Labyrinthodonten *(Mastodonsaurus?)* aus dem Hauptkonglomerat von Altensteig a. d. Nagold. Nat. Größe.

H. v. Eck

zum siebzigsten Geburtstage.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1—7
I. Unteres Wellengebirge	7—34
a. Liegende Dolomite	7—18
b. Mergelige Schichten	18—31
c. Rauhe Dolomite	31—34
II. Mittleres Wellengebirge	34—58
1. Untere Hälfte	34—47
a. Schichten mit *Ter. Ecki* und kleinen *Ben. Buchi*	37—38
b. Hauptlager der *Homomya Albertii*	38—44
c. Deckplatten	44—47
2. Obere Hälfte	47—58
a. Hauptlager der *Ter. vulgaris*	47—52
b. Schichten zwischen *Ter. vulgaris* und dem Spiriferinenlager	52—53
c. Spiriferinenlager	53—56
d. Schichten zwischen dem Spiriferinenlager und den *Orbicularis*-Mergeln	56—58
III. Oberes Wellengebirge	58—65
a. Untere, plattige Mergelschiefer	59—61
b. Wellige, bituminöse Schichten	61—65
Gesamtverzeichnis der Fossilien	67—73
Anhang: Paläontologische Bemerkungen zu einigen Arten	74—99

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Statistischen Landesamtes.
No. 3. 1907.

Das Wellengebirge der Gegend von Freudenstadt.

Von **Martin Schmidt.**

Mit 8 Textfiguren und 2 Tafeln.

Einleitung.

Das Beobachtungsmaterial, das den vorliegenden Mitteilungen zugrunde liegt, wurde vor allem bei Gelegenheit der geologischen Aufnahme der Blätter Freudenstadt und Altensteig der neuen geologischen Landesaufnahme von Württemberg in 1 : 25000 gewonnen. Wertvolle Ergänzungen lieferten einige in die Nachbarschaft übergreifende Begehungen, die sich im allgemeinen auf den Raum zwischen Rötenberg (Blatt Alpirsbach) im Südwesten und Wenden (Blatt Simmersfeld), sowie Gültlingen (Blatt Stammheim) im Nordosten beschränkten.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten haben in dem betreffenden Abschnitt der Erläuterungen zu dem ersten bisher veröffentlichten Blatt Freudenstadt (S. 28—46 derselben) bereits fast in vollem Umfange Berücksichtigung gefunden. Die für den Schwarzwald neuen Resultate, sowie einige überhaupt in der germanischen Trias bisher nicht beobachtete Tatsachen finden sich daher an dieser Stelle bereits beinahe sämtlich besprochen.

Es erschien aber doch wünschenswert, etwas näher, als dort des beschränkten Raumes wegen möglich war, auf die sehr vielfältigen, meist ganz sicheren Beziehungen einzugehen, die das Wellengebirge unserer Gegend verbinden mit dem der übrigen südwestdeutschen Triasgebiete, über das wir durch eine ganze Reihe eingehender Arbeiten aus den letzten Jahrzehnten[1] auf das beste unterrichtet sind. Mehrfach konnte auch, ohne daß der Versuch gemacht wurde, die ganze Fülle des Materials zu verarbeiten, auf mittel- und norddeutsche Verhältnisse eingegangen werden. Die interessante,

[1] Die Zitate derselben finden sich weiter unten an den einschlägigen Stellen.

durch AHLBURG's Untersuchungen[1] vor kurzem erneut beleuchtete Entwicklung des Wellengebirges in Oberschlesien blieb vorderhand außer Betracht.

Die ganze durch die oben erwähnten Grenzpunkte bezeichnete Gegend ist nicht arm an Aufschlüssen. Daher hatte es, wenn auch gute Gesamtprofile fehlen[2], im allgemeinen keine Schwierigkeit, aus einer Anzahl einander oft nahe benachbarter Teilprofile ein vollständiges Bild der Schichtenfolge zusammenzustellen, vor allem, weil die Entwicklung des Gesteinscharakters der einzelnen Schichten in dem bisher untersuchten Gebiet eine außerordentlich beständige ist und in allen besseren Aufschlüssen ein sicheres Wiedererkennen einer ganzen Reihe von Horizonten gestattet.

Dazu kommt in vielen Schichten ein nicht geringer Versteinerungsreichtum. Die große Mehrzahl der im schwäbischen Wellengebirge vorkommenden Arten ist zwar schon durch v. ALBERTI festgestellt und, soweit sie neu waren, beschrieben worden[3]. Aber über ihre genaue Verteilung in den einzelnen Abschnitten des Profiles macht ALBERTI nur gelegentliche Mitteilungen. Die späteren Autoren geben nur für einzelne Horizonte einmal ausführlichere Listen. Ihre näher eingehenden Angaben beziehen sich auch meist nur auf gewisse auffallende und besonders wichtige Gruppen von Organismen. So gab H. v. ECK mehrfach sehr exakte Mitteilungen über die Verbreitung der Ammonoiden und Terebrateln[4]. E. FRAAS verdanken wir den stratigraphisch genau festgelegten Nachweis der in anderen südwestdeutschen Triasgebieten so wichtigen Spiriferinenzone des Wellengebirges in unserem Gebiet[5].

---

[1] 1906. Die Trias im südlichen Oberschlesien. Abhandl. der Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt, N. F., Heft 50.

[2] Die durch H. v. ECK beschriebenen Profile von Aach auf Bl. Freudenstadt und Rohrdorf auf Bl. Nagold (1880. Beitrag zur Kenntnis des süddeutschen Muschelkalkes. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. XXXII, S. 40—47 sind in sehr bedeutenden Abschnitten der Schichtenfolge jetzt ungenügend aufgeschlossen, auch durch Störungen, wie ich weiter unten nachweisen werde, recht entstellt. Auch das durch E. FRAAS beschriebene Profil vom Einfürst bei Breitenau auf Bl. Alpirsbach (1894. Begleitworte zur geogn. Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Freudenstadt, S. 30) ist nicht vollständig und auch nur stellenweise ganz deutlich.

[3] 1864. Überblick über die Trias.

[4] 1880. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. XXXII, S. 32. — 1885. Ebenda XXXVII, S. 466. — 1891. Ebenda XLIII, S. 734. — 1904. Zentralblatt f. Min. etc. No. 16, S. 503.

[5] l. c. S. 28.

Wenn wir also auch durch diese Veröffentlichungen über das Vorkommen der wichtigsten Fossilien gut unterrichtet sind, so weist unsere Kenntnis der Gesamtfaunen der einzelnen Unterabteilungen doch noch sehr viele Lücken auf. Allerdings ist die Schwierigkeit der Untersuchung dieser Fossilien aus dem Schwarzwälder Wellengebirge meist sehr vermehrt durch den dürftigen Erhaltungszustand des Materials. In der großen Mehrzahl handelt es sich um dolomitische Steinkerne, allenfalls Skulpturensteinkerne, die oft eine genaue Bestimmung der Formen nicht gestatten. Vielfach ist eine solche aber auch bei gutem Erhaltungszustande der Stücke nur im allgemeinen möglich. Denn es ist ja sicher, daß im ganzen deutschen Muschelkalk die bisher übliche Begrenzung der Arten in vielen Organismengruppen noch unzureichend ist. Die neueren Untersuchungen der Gastropoden[1] und der jüngeren Ceratitenfaunen[2] der Formation zeigen zur Genüge, wieviel reicher die Entwicklung dieser Kreise im Wechsel der einzelnen Abteilungen bei kritischer Betrachtung sich gestaltet, ganz abgesehen von den durch diese Untersuchungen hergestellten Beziehungen zu den Faunen der ozeanischen Alpentrias. Vor allem ist es auffallend, wie mehr und mehr die Zahl der durch den ganzen Muschelkalk durchgehenden Formen bei schärferer Fassung der Artgrenzen zusammenschwindet. Eine derartige erneute Bearbeitung steht aber für große und wichtige Fossilgruppen in unseren Schichten noch aus.

Ich beabsichtige nun nicht, im folgenden eine kritische Durcharbeitung der Gesamtfauna des Schwarzwälder Wellengebirges zu versuchen. Denn im Interesse der Genauigkeit der stratigraphischen Angaben würde ich mich dabei in vielen Fällen auf das von mir selbst gesammelte Material beschränken müssen. Dieses ist aber nur neben der Kartierung in zwei Sommern zusammengebracht und bedarf noch zu sehr der Ergänzung, besonders was wohlerhaltene, genau vergleichbare Exemplare betrifft.

Ich vereinige daher nur die bisher bestimmbaren Formen meines Materials mit den ausreichend horizontierten der älteren Sammlungen,

[1] S. bes. E. Koken, 1898. Beiträge zur Kenntnis der Gastropoden des süddeutschen Muschelkalks. Abh. z. geol. Spezialkarte von Elsaß-Lothringen. N. F. II. — E. Picard. 1901. Beitrag zur Kenntnis der Glossophoren der mitteldeutschen Trias. Jahrb. d. K. Preuß. Geol. Landesanstalt, XXV, 4.

[2] E. Philippi, 1901. Die Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes. Pal. Abhandl., N. F. IV (VIII), 4.

die mir zur Verfügung stehen[1], in Listen für die verschiedenen Abteilungen. In einer Gesamtliste sind alle diese Angaben am Schlusse zusammengefaßt. Hier ist auch auf die paläontologischen Bemerkungen verwiesen, die gelegentlich dem Text eingefügt sind. Nur einige für das besprochene Gebiet besonders interessante Formen werden in einem paläontologischen Anhang besonders besprochen und abgebildet.

Die paläontologischen Listen enthalten nun auch in dieser Beschränkung manche aus dem Schwarzwälder Muschelkalk bisher nicht genannte Art. Vor allem fand sich in mehreren ganzen Zonen ein Reichtum an Fossilien, der trotz vielfachen Sammelns in dieser Gegend bisher ganz unbekannt geblieben war.

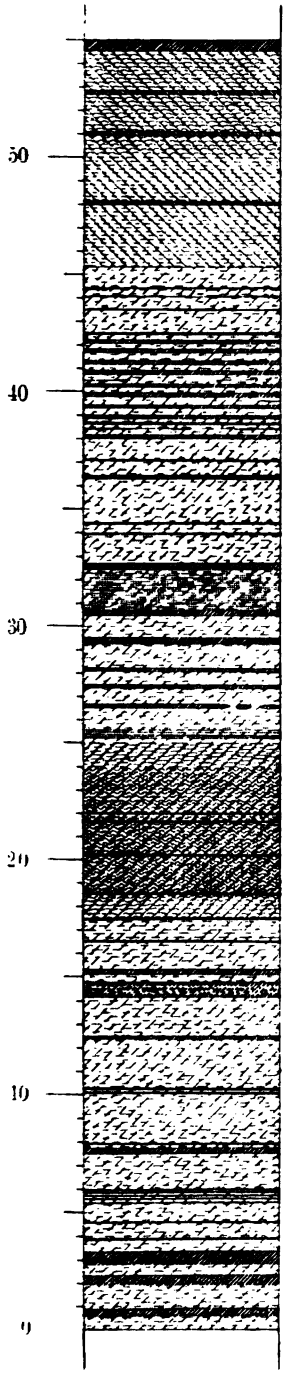
Die genauere Untersuchung der Verteilung der Fossilien ist für die Kennzeichnung einer ganzen Reihe von Horizonten von größtem Wert gewesen und gestattet, im Verein mit dem schon hervorgehobenen Wechsel in der petrographischen Ausbildung, eine ziemlich weitgehende Zergliederung der ganzen Schichtenfolge, die für das gesamte behandelte Gebiet bis ins kleinste gültig ist. Manche von diesen Einzelheiten der paläontologischen Entwicklung haben natürlich, ebenso wie die petrographischen Charaktere, nur mehr oder weniger lokale Bedeutung für unser Gebiet. Überraschend groß ist aber trotzdem die Zahl solcher, die in den eingehender studierten Wellenkalkgebieten der näheren und weiteren Umgebung, so im badischen Schwarzwald bis zur Schweiz hinüber, ferner am unteren Neckar, in Elsaß-Lothringen, bei Würzburg und selbst im Wellenkalk Thüringens und Südhannovers ihre Analoga finden. Zur Charakteristik dieser mehr oder weniger weit durchgehenden paläontologischen Horizonte dienen allerdings nur in den Ausnahmefällen zonenempfindliche Leitfossilien. In den meisten Schichten ist der Gesamtcharakter der Fauna maßgebend, vor allem auch die plötzlich anschwellende Häufigkeit von Arten, die weniger häufig auch sonst in der Schichtenreihe auftreten.

Die in vorliegender Arbeit befolgte, bei der neuen württem-

---

[1] In erster Linie steht dabei die sehr genau bezeichnete und außerordentlich reichhaltige Suite H. v. Eck's in der Sammlung der Stuttgarter Technischen Hochschule. Ich verdanke die Gelegenheit zu ihrer Benutzung dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Prof. Dr. A. Sauer. Reich an interessanten Stücken, wenn auch in den älteren Beständen stratigraphisch oft nur ganz allgemein bezeichnet, ist die Sammlung des Stuttgarter Naturalienkabinetts, deren ausgiebige Benützung mir durch Herrn Prof. Dr. E. Fraas gütigst gestattet wurde.

Fig. 1. **Profil des Wellengebirges in 1 : 800.**



Myoph. orbicularis Pb	Bitum. Mergel	mit Myoph. orbicularis.	m_{u3}
Myoph. orbicularis			
Gerv. costata, Pleuromya cf. fassaensis, Myoph. orbicularis u. incurvata	Schiefr. Mergel		
Lingula, Serpula valvata	Schichten zw. d. Orbic.-Mergeln u. d. Spiriferinenzone		
Pecten discites, Gerv. socialis var.			
Spiriferina fragilis u. hirsuta	Spiriferinenzone (σ)		
Terebratula vulgaris	Schichten zw. d. Spiriferinenzone u. der mit Ter. vulgaris		
Terebratula vulgaris			
Pseudocorbula gregaria, Pect. discites			
Terebratula vulgaris	Zone d. Ter. vulgaris (v)		m_{u2}
	Zone der Deckplatten		
Pecten discites, sehr groß			
Hom. Albertii u. impressa	Schichten der Homomya Albertii		
Ceratites antecedens			
Beneckeia Buchi	Hauptlager der Ben. Buchi, der Ter. Ecki (e)		
Beneckeia Buchi, klein.			
Terebratula Ecki			
Cer. cf. Sondershusanus Cu	Rauhe Dolomite		
Dentalium torquatum	Mergelige Schichten		m_{u1}
Myoph. laevigata, groß; Myoph. curvirostris, Ter. Ecki, Cypricard. cf. Escheri, Gerv. subglobosa, Ben. Buchi			
Dentalium torquatum, Cu **Hungar. Strombecki, Ben. Buchi**			
Ben. Buchi			
Encrinus, Thamnastraea, Cu Spiriferina, Ter. Ecki	Liegende Dolomite		
Myoph. vulgaris			
Lingula, Fucoiden			

Erläuterung der Strichlagen: nach links steigend = kalkig, nach rechts = dolomitisch, horizontal = tonig-schiefrig, flachwellig = wellig, starkwellig = knollig, zarte Linien = mürbes Gestein, starke Linien = festes Gestein. Pb. Bleiglanz, Cu: Kupferverbindungen.

bergischen Landesaufnahme festgehaltene Einteilung des Wellengebirges nimmt in der von Eck noch vor kurzem wieder vertretenen Weise[1] vor allem auf einige durch faunistische und meist auch petrographische Kennzeichen ausgezeichnete Zonen Rücksicht, die sich mit bewunderungswürdiger Beständigkeit fast im ganzen südwestdeutschen Wellengebirge nachweisen lassen und augenscheinlich auch den vielbesprochenen Hauptzonen fester Bänke im Wellengebirgsprofil von Nord- und Mitteldeutschland, den „Schaumkalkbänken" α β, γ und δ, genau entsprechen[2]. Der tiefere, dolomitische, an Mächtigkeit weit überwiegende Anteil der Schichtenfolge zerfällt so durch zwei sehr charakteristische Terebratelhorizonte bei uns in drei einander etwa gleichwertige Abschnitte, denen eine vierte, kalkige Abteilung gegenübersteht, auch etwa von der Mächtigkeit, wie eine von jenen drei Gruppen. Diese Vierteilung entspricht damit der bei der preußischen geologischen Landesaufnahme durch die Eintragung der erwähnten Schaumkalkzonen durchgeführten Darstellungsweise.

Es fällt dabei weniger ins Gewicht, in welcher Weise diese natürlichen Glieder der Schichtenfolge eventuell zu größeren Unterabteilungen zusammengefaßt werden. Die für die württembergische Kartierung gewählte Art der Zusammenfassung hebt, entsprechend dem umstehend abgedruckten Übersichtsprofil aus den Erläuterungen zu Blatt Freudenstadt, durch besondere Farben drei Hauptabschnitte hervor, deren mittlerer aus dem zweiten und dritten der erwähnten vier Glieder besteht. Diese Gruppierung entspricht, wie unten noch näher erörtert wird, genau der im benachbarten Baden befolgten Gliederung.

Eine solche Gliederung kann sich nun leider bei uns nicht in dem Umfange, wie es im oberen Muschelkalk jetzt so ziemlich allenthalben durchführbar ist, auf das Vorkommen weitverbreiteter und charakteristischer Cephalopoden stützen. Denn es sind nur in der unteren Hälfte der Schichtenfolge und auch da nur als große Seltenheiten bei uns solche Charakterformen zu finden. Es lagen über deren Horizontierung neben anderen die schon erwähnten Angaben Eck's vor, deren Genauigkeit sich durch die von mir bei den Aufnahmen gemachten, ziemlich reichen Funde durchaus bestätigt hat. Ich habe darüber auf der Hauptversammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft in Tübingen bereits in Kürze

[1] 1880, S. 54; — 1904, S. 505 (betrifft die Wichtigkeit der Lage mit *Ter. Eckii*).

[2] s. auch S. 51.

berichten können[1]. Von solchen Ammonitenformen ist am Schwarzwald *Hungarites Strombecki* für das untere, *Ceratites antecedens* für die untere Hälfte des mittleren Wellengebirges charakteristisch. Beide genannte Abteilungen zusammen führen zudem fast in ihrer ganzen Ausdehnung *Beneckeia Buchi*, die höher in unserem Gebiet bisher nicht gefunden wurde. Weiter oben fehlen bei uns bezeichnende Ammoniten noch ganz.

Über die Mächtigkeit der Zonen, die diese Arten tatsächlich einnehmen, ist übrigens noch zu wenig bekannt, um ihnen hier die Bedeutung zu sichern, die ihre Verwandten in anderen Formationen besitzen. Immerhin können sie auch so besondere Beachtung beanspruchen und gewinnen für die Einteilung und den Vergleich mit entfernteren Gegenden mit jedem neuen, gut beobachteten Funde an Bedeutung.

Für die Unterscheidung der Hauptabteilungen im Felde genügen, wo überhaupt Aufschlüsse sind, in der größeren, dolomitischen Abteilung der Schichtenfolge gewisse, unten näher besprochene Kennzeichen der Grenzregionen. Der petrographische und auch faunistische Gegensatz der kalkigen Oberzone gegen die tieferen Abteilungen ist ein so deutlicher, daß diese Trennung nirgends Schwierigkeiten macht, trotzdem von den diese Oberzone vor allem in Mitteldeutschland so auszeichnenden (eigentlichen) Schaumkalkbänken in unserem Gebiet sichere Spuren sich im Gesteinscharakter nicht mehr finden.

Bevor ich zur speziellen Darstellung der Schichtenentwicklung des Schwarzwälder Wellengebirges übergehe, ergreife ich mit Freuden die Gelegenheit, einer Reihe von Museumsvorständen und anderen Fachgenossen für die Überlassung von schwäbischem und auswärtigem Fossilmaterial zur Untersuchung und zum Vergleich auch hier meinen herzlichsten Dank zu sagen. Es sind dies

Herr Geheimrat Professor Dr. v. Branco, Berlin,
„ Pfarrer Dr. Engel, Kleineislingen,
„ Professor Dr. Fraas, Stuttgart,
„ Geheimrat Professor Dr. v. Koenen, Göttingen,
„ Professor Dr. v. Koken, Tübingen,
„ Geheimrat Professor Dr. Link, Jena,
„ Professor Dr. A. Sauer, Stuttgart,
„ Hofrat Professor Dr. Steinmann, Bonn,

[1] 1905. Zeitschrift d. D. geol. Ges., Monatsberichte No. 9, S. 334.

Herr Oberlehrer R. Wagner, Zwätzen bei Jena,
„ Privatdozent Dr. E. Wüst, Halle,
„ Landesgeologe Professor Dr. E. Zimmermann, Berlin
und die Direktion der Berliner Geologischen Landesanstalt.

Ferner hat mich Herr Professor Dr. v. Eck in Stuttgart außerordentlich verpflichtet durch die gütige Erlaubnis, seine reiche Privatbibliothek in weitgehendem Maße benutzen zu dürfen.

I. Unteres Wellengebirge,

von der Röthgrenze bis zum Hauptlager der *Terebratula Ecki.*

Man kann sich kaum eine auffallendere stratigraphische Grenze denken, als den scharfen Wechsel zwischen den tiefroten, meist etwas mergeligen Tonen, mit denen in unserer Gegend allgemein der Buntsandstein sein Ende erreicht, und der fahlgelben und graubraunen Serie von dolomitischen Mergeln und Dolomitbänken, die über ihnen folgt.

Dieser unterste Abschnitt des Wellengebirges ist am besten im Eisenbahneinschnitt am Forchenkopf bei Wittlensweiler (Bl. Freudenstadt) aufgeschlossen. Er gliedert sich ungezwungen nach leicht kenntlichen petrographischen Merkmalen in einen unteren, an festem Dolomit reichen Abschnitt, eine an Mächtigkeit überwiegende, mittlere, mergelige Zone und als letztes, schwächstes Glied eine obere Dolomitabteilung.

a) Die untere, dolomitreiche Zone fasse ich unter dem Namen „**Liegende Dolomite**“ zusammen.

Meist kaum 4 m mächtig besitzt sie zwar, wenn ich so sagen darf, als Grundmasse den milden, tonigen, dolomitischen Mergel, der den ganzen unteren Abschnitt der Formation auszeichnet. Aber diesen frisch schwärzlichgrauen, verwittert fahlgelblichen[1], weichen Schichten ist so reichlich fester Dolomit in vielfachen Lagen von

[1] Im folgenden werde ich gewöhnlich nur die Verwitterungsfarben der Schichten berücksichtigen, da an den allermeisten Stellen nur diese zu beobachten sind. Sie sind in der Mannigfaltigkeit ihrer Schattierungen doch in den einzelnen Lagen recht beständig und daher zum Auffinden der Horizonte in größeren Aufschlüssen oft ein bequemes Mittel. Im unverwitterten Zustande besitzt das Gebirge eine fast gleichmäßig blaugraue bis schwärzlichgraue Farbe, die z. B. in dem so wichtigen und bei näherer Betrachtung so instruktiven Einschnitt der Eisenbahn bei Dornstetten (Bl. Freudenstadt) eine schnelle Orientierung nur schwer gestattet.

Fingerdicke bis zu einem halben Meter Mächtigkeit eingeschaltet, daß er der Masse nach oft überwiegt und vermöge seiner Festigkeit im Gelände eine kleine Kante, in Wasserrissen Kaskaden bildet.

Die Dolomitbänke dieses Abschnittes sind weder petrographisch noch paläontologisch gleich geartet.

In einer untersten Bank, die 30—50 cm mächtig gefunden wird und vom Röth nur durch eine vorherrschend grünlichgraue Schicht dolomitischen Mergels von etwa 30 cm Mächtigkeit geschieden ist, überwiegt feines Korn. Das Gestein besitzt gewöhnlich lederbraune Verwitterungsfarbe und ebene, oft feine Plattung, die bis zum Zerfallen in biegsame „Pappdeckel" fortschreiten kann (nördlich von Gründelhof bei Egenhausen, Bl. Altensteig). Mangandendriten und zierliche, den Rändern der Plattenstücke parallele, dunkle Liniensysteme sind sehr verbreitet. Vor kurzem fand Herr Dr. A. Schmidt bei Aufnahmearbeiten auf Bl. Simmersfeld die unterste Lage dieser Bank bei Martinsmoos als ein sehr ungleichkörniges Konglomerat von gerollten Stücken eines gelben Dolomites entwickelt. Einzelne der Gerölle übersteigen die Größe eines Taubeneies. Sie liegen in einer dunkelbraunen Dolomitschicht, die um die groben Gerölle anschwillt, sonst nur wenige Millimeter stark ist und dann nur Einschlüsse von der Größe eines Stecknadelknopfes führt.

Der Fossilgehalt dieser untersten, feinkörnigen Bank der liegenden Dolomite ist noch einförmig und nur an wenigen Stellen in leidlicher Erhaltung festzustellen gewesen. Vor allem eine zierliche *Lingula* ist einigermaßen häufig (besonders reichlich kam sie vor am Waldrande an den Lochäckern nordwestlich von Beihingen, Bl. Altensteig), ferner manchmal ganz gut erhalten *Myophoria vulgaris* und auch vereinzelt *Rhizocorallium jenense* (Nagold). Anderwärts (Bühl bei Pfalzgrafenweiler, Bl. Altensteig) habe ich die Schichtflächen der auch die eben genannten Fossilien führenden Dolomitplatten ganz bedeckt gefunden, mit dunklen, im Mittel etwa 3 mm breiten „*Fucoiden*"[1]. *Estherien*, die anderwärts gelegentlich etwa in diesem Horizont beobachtet wurden, habe ich bisher vergebens gesucht. Zerstreute Wirbeltierreste finden sich hier, wie in den ganzen liegenden Dolomiten, allenthalben.

[1] Ähnliches erwähnt F. Schalch (1873, Beiträge zur Kenntnis der Trias am südöstlichen Schwarzwalde. Diss. Würzburg, S. 29, Prof. 3) als „undeutliche Pflanzenreste" aus dunklen Mergelschiefern und dolomitischen Kalken etwa $1^1/_2$ m über den Röthtonen am Ufer der Schlücht unterhalb Uihlingen bei Bonndorf.

Nur selten sind diese tiefsten Dolomite einmal, wohl infolge von nachträglicher Umwandlung, von kristallinem Gefüge, so in dem Wegeanschnitt am Steinbruch über der Papiermühle bei Rohrdorf (Bl. Nagold), wo sie auch mehrfach von feinkristalliner Kupferlasur durchwachsen sind.

Es folgen nun dolomitische, schiefrige Mergel von im Durchschnitt 2 m Mächtigkeit mit dünnen Dolomiteinlagerungen, die nur oben sich oft noch einmal zu einer kompakten Masse von einigen Dezimetern Mächtigkeit zusammenschließen. Auch diese Dolomite bleiben meist feinkörnig, ebenplattig und schiefrig bis zur Obergrenze. Nur stellenweis werden sie (Steinbruch westlich Oberschwandorf, Bl. Altensteig) zum Teil durch dünne Lagen von plattigem Zellendolomit ersetzt, der von dem weit verbreiteten des mittleren Muschelkalkes sich durch etwas dunklere Farbe unterscheidet. Nicht unwichtig ist ferner (dieselbe Fundstelle) das Vorkommen kleiner Steinsalzpseudomorphosen in diesen Schichten. Es handelt sich also um Sedimente ganz flacher, gelegentlich trockenlaufender Meeresteile. So finden sich auch an einer Stelle (Sauwasen östlich Untermusbach, Bl. Freudenstadt), schon fast 3 m über dem Röth, die Schichtflächen bedeckt mit feinen, sehr gleichmäßigen Wellenfurchen (Streichen N 65° W; sie weichen also von den nach E. Schumacher im oberen Buntsandstein sowie im höheren Wellengebirge Lothringens[1] im Mittel nahe in W—O streichenden Richtungen solcher Furchen nicht allzusehr ab). In denselben Lagen kommt dort neben *Myophoria vulgaris* die schlanke *Modiola hirudiniformis* v. Schaur. (= *Credneri* Dunk.) vor.

Gleich diese tiefsten Horizonte des Wellengebirges gestatten schon gewisse Beziehungen über die Grenzen unseres Gebietes hinaus festzustellen. Wenigstens findet sich in genau derselben Lage zur Röthgrenze allenthalben in den durch F. v. Sandberger beschriebenen Aufschlüssen der Durlacher Gegend[2] eine dort als aschgrauer Dolomit bezeichnete, tatsächlich meist weißgelblich gefärbte Bank von 20 cm Mächtigkeit, die der Lage nach ganz unserer tiefsten festen Dolomitbank entspricht. Sie teilt mit ihr auch den sehr homogen feinkörnigen Charakter. Ähnlich sieht, wie ich mich überzeugen konnte, eine tief lagernde Bank in den liegenden Dolomiten des Eschachgebietes am badischen Schwarzwalde aus. Von besonderem Interesse ist aber, daß auch in den

[1] 1889. Zur Kenntnis des unteren Muschelkalks im nordöstlichen Deutsch-Lothringen. Mitt. d. Komm. für d. geol. Landes-Unters. v. Elsaß-Lothringen II. S. 142.

[2] 1864. Zur Erläuterung der Geologischen Karte der Umgebung von Karlsruhe (Durlach). Verh. Naturw. V. zu Karlsruhe, I, S. 4, No. 46.

prächtigen Aufschlüssen bei Pfalzburg im Reichsland in der sonst vorwiegend sandigen Fazies dieser Schichten nahe über der Grenze des Voltziensandsteines eine ganz an das Vorkommen bei Durlach erinnernde, mehlig feinkörnige Dolomitbank von weißgelblicher Farbe eingeschaltet liegt. Eine von Wilsberg auf Blatt Pfalzburg erwähnte[1], 1 m über dem Voltziensandstein vorkommende Bank von ockergelbem Dolomit, die Fossilien führt, dürfte ihr etwa entsprechen. Dagegen liegen die harten, kieseligen Kalkbänke mit Foraminiferen, die Schumacher aus dem untersten Wellengebirge von Wolmünster[2] und Pfalzburg[3] erwähnt, höher.

Das Vorkommen einer solchen leicht kenntlichen, weit durchgehenden Dolomitbank ist nicht ohne Bedeutung für die Auffassung der Grenze zwischen Buntsandstein und Muschelkalk. Denn es könnte Zweifeln begegnen, ob die in den genannten Triasgebieten, um zunächst bei diesen zu bleiben, im allgemeinen geübte, so bequeme Scheidung der beiden Formationen nach der Farbe der Sedimente allenthalben genau demselben zeitlichen Niveau der Sedimentation entspricht. Das Wiedererscheinen der Röthfarben wesentlich höher, als die eigentliche Röthgrenze, wie es in vielen Profilen des südöstlichen Schwarzwaldes bekannt ist[4], muß ja zur Vorsicht bei solcher Parallelisierung mahnen. Dort hat sich der durch genetische Unterschiede begründete Wechsel in der Gesteinsfazies jedenfalls nicht völlig gleichmäßig vollzogen. Auch mit Rücksicht auf die bekannte, wechselvolle Entwicklung des Röth in den verschiedenen Gegenden Thüringens[5] könnte es unwahrscheinlich erscheinen, daß in einem so bedeutenden Gebiet Südwestdeutschlands der durch die Farbe bezeichnete Umschlag in den Bildungsbedingungen genau gleichzeitig eingetreten ist.

Demgegenüber ist nun für die so weit verfolgbare feinkörnige Dolomitbank die Wahrscheinlichkeit einer einheitlichen, gleichzeitigen Entstehung sehr groß. Da sie aber in einem so beständigen Verhältnis zur Farbengrenze des Röth steht, erhöht sie dadurch auch für diese ganz wesentlich die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Charakters in dem bezeichneten Abschnitt. Der absolute Nachweis für dieselbe kann, wie wir unten sehen werden, durch die sonst so oft maßgebenden paläontologischen Verhältnisse hier nicht mit genügender Sicherheit erbracht werden (s. S. 18).

Man könnte sich aber versucht sehen, noch weiter ausgreifende Vergleiche zu ziehen. Es ist bekannt, mit welcher Beständigkeit auch im nord- und mitteldeutschen Wellengebirge feinkörnige gelbe Schichten in mehreren Horizonten auftreten. Eine von diesen Lagen findet sich an der Basis der Formation. Sie wird dort noch zum Röth gerechnet und als leicht kenntliche obere Grenzschicht desselben verwertet[6]. An diese Sedimente wird man durch die tiefsten, feinkörnigen, deutlich gelben Dolomitplatten unserer liegenden Dolomite recht sehr erinnert. Daß diese Schichten in unserer Gegend dolomitisch, in jenen nördlichen Gebieten mit Vorliebe als Kalksteine entwickelt sind, tritt hierbei als

[1] 1902. Erläuterungen zu Blatt Pfalzburg, S. 101.

[2] Nordost-Lothringen S. 123.

[3] l. c. S. 100.

[4] F. Schalch 1897. Erläuterungen zu Blatt Königsfeld-Niedereschach, S. 42.

[5] S. Passarge 1891. Das Röth im östlichen Thüringen, z. B. S. 74.

[6] s. z. B. v. Koenen 1894. Erläuterungen zu Blatt Göttingen, S. 13.

Unterschied mehr zurück[1]. Dazu kommt noch, daß auch in der zwischenliegenden Region, z. B. bei Würzburg[2] und bei Mosbach im badischen Neckargebiet[3], derartige gelbe Schichten an der Basis des Wellengebirges nicht fehlen, und auch E. Fraas in einem an der Jagst aufgenommenen Profil ähnliches andeutet[4]. Es würde also jedenfalls lohnen, der Verbreitung solcher feinkörniger Schichten mit gelben Farbentönen an der Grenze von Röth und Muschelkalk auch im Südwesten weitere Beachtung zu schenken, nachdem sie sich in Nord- und Mitteldeutschland als konstanter Horizont so gut bewährt haben. Vielleicht gelingt es, nachdem ihr Zusammenhang durch ganz Südwestdeutschland mit genügender Schärfe festgestellt ist, auch ihre Kontinuität mit den gelben oberen Grenzschichten des Röth in den nördlicheren Gebieten sicher zu erweisen.

Schon die Verbreitung eines derartigen, petrographisch so homogenen Horizontes in einem der beiden Areale allein aber scheint mir nicht geringe Schwierigkeiten für die Erklärung seiner Entstehung mit sich zu bringen, wenn man in der üblichen Weise fluviatile Zufuhr des Sedimentmaterials in die damals bestehenden Flachseebecken annimmt. Bei solcher Art der Entstehung wäre gerade eine besondere Gleichmäßigkeit des Produktes auf weite Strecken am wenigsten wahrscheinlich.

Es ist aber ein gesteinsbildender Faktor vorhanden, der von den Wechselfällen der Sedimentation des auf dem Wasserwege verfrachteten Gesteinsmaterials ganz unabhängig ist, die äolischen Staubmassen. Ihre Wichtigkeit für die marine Sedimentation scheint mir in den zusammenfassenden Darstellungen der allgemeinen Geologie längst nicht genügend betont zu sein. Daß wenigstens zu allen Zeiten, in denen es, wie heutzutage, pflanzenarme Festlandsflächen gegeben hat, äolische Beimischung auch in den marinen Sedimenten ganz allgemein eine Rolle gespielt hat, ist selbstverständlich. Nur ist über die relative Größe dieser äolischen Komponente noch zu wenig bekannt[5]. In Meeresbecken mit spärlicher Zufuhr von festländischem Detritus durch Flüsse in der nahen Nachbarschaft solcher wüstliegenden Landflächen müssen sie eine vergleichsweise bedeutende Rolle spielen, die durch das periodische Vorherrschen kontinentaler Luftströmungen zeitweise noch gesteigert wurde. Dieser letztere, besonders günstige Fall ist sogar für die Flachseebecken des germanischen Wellengebirges

[1] Diese, wie bekannt, im deutschen Wellengebirge einem regionalen Wechsel unterworfenen Karbonate spielen wenigstens in unserem Falle gegenüber dem feinkörnigen Lösungsrückstand, auf den wir gleich näher eingehen wollen, die Rolle eines Bindemittels von mehr lokaler Bedeutung.

[2] F. Schalch 1873, Beiträge zur Kenntnis der Trias am südöstl. Schwarzwalde; Diss. (Würzburg), Tab. II.

[3] Schalch 1892, Die Gliederung des oberen Buntsandsteines, Muschelkalkes und unteren Keupers nach den Aufnahmen auf Sektion Mosbach und Rappenau. Mitt. d. Bad. Geol. Landesanstalt, Bd. II, XV, S. 523, Prof. 6, No. 6.

[4] s. Th. Engel, 1896. Geognostischer Wegweiser durch Württemberg, 2. Aufl. S. 55.

[5] Spezialfälle der Beteiligung äolischen Staubes an der Sedimentation erwähnen neuerdings z. B. Joh. Walther (1904, Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke, bionomisch betrachtet. Festschr. zu Häckel's 70. Geburtst.) und Ochsenius 1904, Z. d. D. g. G., LVI, briefl. Mitt. No. 17).

durchaus nicht ausgeschlossen. Die genauere petrographische Bearbeitung der fraglichen Sedimente, für die ja schon aus verschiedenen Gegenden Deutschlands wichtige Beiträge vorliegen[1], ist vielleicht geeignet, über die interessante Frage mehr Licht zu verbreiten.

Die oberste, bis 50 cm mächtige Bank der liegenden Dolomite weicht schon petrographisch von den bisher geschilderten Lagen stark ab. Sie verwittert graubraun, ist viel körniger, gern im Bruch kristallinisch, zerfällt rauhplattig und enthält ziemlich häufig auf Klüften und in Drusenräumen Kupferverbindungen (Malachit und Lasur).

Quantitativ treten bei uns die Vorkommen von Kupferverbindungen in verschiedenen Horizonten der liegenden Dolomite gegen die weiter südlich beobachteten sehr zurück. (Sie sind in unseren Gegenden auch sehr viel seltener, als dort, schon in den oberen Röthschichten entwickelt.) Bleiglanz, der in den südlichen Gebieten bis in die Schweiz hinein etwa in diesen Horizonten beobachtet wurde[2], habe ich bei Freudenstadt in den oberen Bänken der liegenden Dolomite noch nicht gefunden. Sie entsprechen trotzdem, wie ich weiter unten noch näher erörtern werde, der „Dentalien- oder Bleiglanzbank" F. Schalch's am südöstlichen Schwarzwalde[3]. Mit der „Bleiglanzbank" (π) desselben Autors, mit der dieser am südöstlichen Schwarzwalde bei seinen späteren Spezialaufnahmen (Blatt Königsfeld-Niedereschach etc.) das untere Wellengebirge schließen läßt, haben die Bleiglanz- und Kupfervorkommen der liegenden Dolomite, wie auch der Autor selbst jetzt ausdrücklich betont[4], nichts zu tun. Darum dürfte es sich, um Verwechslungen zu vermeiden, empfehlen, die Vorkommen in den liegenden Dolomiten nicht als „Bleiglanzbank" schlechtweg zu bezeichnen[5].

Eine auffallende Eigentümlichkeit der oberen Bank der liegenden Dolomite ist ferner, daß sie, vor allem in ihrer obersten Lage, in weiter Verbreitung deutlich konglomeratisch ausgebildet ist (sehr schön z. B. an dem von Schopfloch nach Thumlingen auf Bl. Rexingen hinabführenden Wege, am oberen Ende des letzten großen Wasserrisses). Flachgerundete, scharfbegrenzte Dolomitkörper von schmutziggelber Farbe und bis 1 cm größtem Durchmesser (wohl ur-

[1] Liebetrau 1889, Beiträge zur Kenntnis des Unteren Muschelkalkes bei Jena, Z. d. D. g. G., XLI, S. 717 ff. — C. Luedecke 1892, Untersuchungen über Gesteine und Böden der Muschelkalkformation bei Göttingen, Zeitschr. f. Nat., LXV, S. 219 ff.

[2] K. Strübin, 1901. Beiträge zur Stratigraphie des Basler Tafeljura; Diss. (Basel), S. 10.

[3] 1873, S. 30 ff.

[4] 1906. Nachträge zur Kenntnis der Trias am südöstlichen Schwarzwalde. Mitt. der Großh. Badischen Geol. Landesanstalt, Bd. V, Heft 1, S. 82.

[5] Brombach, 1903, Beiträge zur Kenntnis der Trias am südwestlichen Schwarzwald; Mitt. d. Bad. Geol. Landesanstalt, Bd. IV, 4, S. 446.

sprünglich Schlammgerölle) liegen in großer Menge in dem düster graubraunen Gestein.

Diese deutlich konglomeratischen Bildungen sind mit den von BENECKE[1] erwähnten pseudobrecciösen, durch partielle Dolomitisierung reinen Kalksteins entstandenen Schichten des Wellengebirges am unteren Neckar der Beschreibung nach nicht zu verwechseln.

Es ist aber von Interesse, daß ganz ähnliche echte Konglomerate nahe über den gelben Kalken der Röthgrenze z. B. in Südhannover, wie neuerdings wieder O. GRUPE betont[2], einen weithin durchgehenden Horizont bezeichnen. Sie treten dort auch petrographisch als feste, kristalline, rostbraun verwitternde Lage besonders hervor. Auch REIS erwähnt ähnliches aus dem untersten Wellengebirge der nordwestlichen Rheinpfalz[3]. Alle diese Konglomeratschichten bezeugen die kräftige Strömung, mit der in diesem ersten Abschnitt der Muschelkalkperiode das Meer in die sich ihm öffnenden weiten, flachen Kontinentalbecken eindrang.

Die oberste Bank der liegenden Dolomite beherbergt nun eine ziemlich reiche, gegen die Fossilführung der tieferen Horizonte scharf kontrastierende Fauna. Allerdings wurde bisher erst ein wirklich ergiebiger Fundort für dieselbe festgestellt, die Ackerfläche östlich von der schon erwähnten Mergelgrube auf dem Sauwasen bei Untermusbach (Bl. Freudenstadt), nahe der östlichsten, etwas abgesonderten Häusergruppe des Ortes, und auch hier ist der Erhaltungszustand der meisten Stücke ein recht mäßiger. Das Gestein ist vor allem von Stielgliedern eines *Encrinus*[4] oder den durch deren Verwitterung entstandenen Hohlräumen ganz durchschwärmt. Dazu finden sich nicht selten leidlich deutliche Abdrücke bis faustgroßer Korallenstöcke (*Thamnastraea* cf. *silesiaca* ECK[5]). Von anderen in den Schichten häufigen Formen wären zu nennen: *Mytilus eduliformis*[6], *Terquemia decemcostata*, *Lima* cf.

---

[1] 1881. B. u. COHEN, Geognostische Beschreibung der Gegend um Heidelberg, S. 339.

[2] 1906. Beiträge zur Kenntnis des Wellenkalkes im südlichen Hannover und Braunschweig. Jahrb. d. K. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1905, XXVI, H. 3, S. 451.

[3] 1903. Erläut. Bl. Zweibrücken, S. 148.

[4] Diese Trochiten bleiben hinter denen von *Encrinus liliiformis* in der Größe durchschnittlich etwas zurück, sind aber sonst von ihnen bisher nicht zu unterscheiden. Von Kronen ist noch keine Spur gefunden. Darum läßt sich über die nicht unwahrscheinliche Zugehörigkeit zu der engeren Verwandtschaft von *Encrinus liliiformis* genaueres noch nicht aussagen.

[5] s. d. paläont. Anhang, No. 1.

[6] *Mytilus eduliformis* v. SCHL. *forma praecursor* (FRECH). — Der neuerdings von W. BENECKE ausführlich besprochene *Mytilus* (Centralbl. f. Min. etc.

striata[1], *Myophoria vulgaris*[2] und *Pentacrinus dubius*. Ein zweiter, im allgemeinen viel ärmerer Fundpunkt in derselben Schicht (Wasserriß über der Chaussee von Hallwangen nach Dornstetten, südöstlich von der Jägermühle, Bl. Freudenstadt) ergab als besonders wichtigen Bestandteil der Fauna etwas gewölbte, aber durch die Entwicklung der Zahnstützen[3] gut gekennzeichnete Exemplare von *Terebratula Ecki*. Auch *Spiriferina fragilis* und ein allerdings nicht ganz zweifelloses Stück von *Terebratula vulgaris* ergab ein kleiner Aufschluß westlich von Wälde auf Bl. Alpirsbach.

Es sei hier daran erinnert, daß auch *Spiriferina hirsuta* im „Wellendolomit" am unteren Neckar durch Benecke[4], wenn auch nicht im sicheren Schichtverbande, vor Jahren festgestellt wurde. Schumacher fand sie ebenfalls, wenn auch nur vereinzelt, in seiner oberen Trochitenbank in Deutsch-Lothringen[5]. Terebrateln werden aus diesen tiefen Horizonten — auch aus Thüringen — von mehreren Autoren[6] erwähnt. Zum Teil gehören sie sicher zu *Terebratula vulgaris*.

1905, No. 23, S. 705—714) ist in den Trochitenschichten vom Sauwasen ganz besonders häufig, entsprechend seinem Auftreten in Lothringen (dort schon in der unteren Trochitenbank, deren Äquivalent bei uns noch keine reiche marine Fauna einschließt). Die zum Teil ganz gut erhaltenen Stücke entsprechen sämtlich der von Frech als ‚*mutatio praecursor*' ausgeschiedenen kleineren, breiteren Form. (1904, Neue Zweischaler und Brachiopoden aus der Bakonyer Trias. Resultate der Wiss. Erforschung des Balatonsees I, 1, Paläont. Anhang S. 20.) Dieselbe ist, wie aus Benecke's Zusammenstellung hervorgeht, im unteren Muschelkalk durchaus herrschend. Daß neben ihr auch die im Hauptmuschelkalk verbreitetere, schmälere, am Wirbel schlank ausgezogene, typische Form v. Schlotheim's dort schon gelegentlich auftritt, scheint ein von R. Wagner erworbenes, aus Wellenkalk der Gegend von Jena stammendes Exemplar der Sammlung der Technischen Hochschule in Stuttgart zu beweisen. Der Name des Sammlers, des ausgezeichneten Kenners des dortigen Wellengebirges, verbürgt die Richtigkeit der Horizontierung.

[1] Es ist schon von verschiedenen Seiten darauf hingewiesen, daß im Wellengebirge eine *Lima* vorkommt, die bei aller Ähnlichkeit mit *Lima striata* durch geringere Größe und besonders ausgeprägte Berippung vom Typus der Art im oberen Muschelkalk nicht unwesentlich abweicht. Im schwäbischen Wellengebirge gehören alle von mir im unteren und mittleren Abschnitt der Formation gefundenen stark gerippten *Lima* dieser abweichenden Form an.

[2] Die in dem nächsthöheren Abschnitt des Wellengebirges sehr häufige, für die Formation so charakteristische *Myophoria cardissoides* scheint bei uns, wie z. B. auch in Lothringen (Schumacher, 1889. Nordöstl. Lothringen S. 128) in dieser Abteilung noch zu fehlen.

[3] s. d. paläont. Anhang, No. 6.

[4] B. u. Cohen, Heidelberg, S. 349.

[5] Nordöstl. Lothringen S. 122; s. auch seine Zusammenstellung auf Tab. 2.

[6] z. B. Loretz.

die hier in Nordost-Lothringen ganze Bänke erfüllt[1]. Indessen fanden sich bei Pfalzburg auch wohlerhaltene, ganz typische Exemplare von *T. Ecki* in der „oberen Trochitenbank", und auch an anderen Stellen in Südwestdeutschland wurde dieselbe in diesem Niveau zweifellos festgestellt[2].

An vielen Stellen, z. B. auch in der Grube von Bacher's Ziegelei bei Freudenstadt, sind dann die Schichtflächen in diesem Horizont ganz bedeckt mit kleinen Skeletteilen von zerfallenen Echinodermen. Vielleicht sind sie mit den von SCHALCH im unteren Wellengebirge weiter südlich in Menge gefundenen Resten von *Acroura*[3] identisch. Doch wurden größere Bruchstücke, die eine bestimmte Bezugnahme auf jenes Vorkommen rechtfertigen würden, noch nicht gefunden.

Im ganzen ergab der obere Horizont der liegenden Dolomite bis jetzt folgende Formen:

Thamnastraea cf. *silesiaca* ECK
Encrinus sp.
Pentacrinus dubius BEYR.
Cidaris grandaeva GOLDF.
Acroura?
Terebratula (Coenothyris) vulgaris v. SCHL. (?)
— *(Dielasma) Ecki* FRANTZEN
Spiriferina fragilis v. BUCH
Terquemia complicata GOLDF.
— *decemcostata* GOLDF.
Pecten (Entolium) discites v. SCHL. sp.
— *(Pleuronectites) laevigatus* v. SCHL.
— cf. *(Streblopteria) latestriatus* PHIL.[4]

---

[1] SCHUMACHER, l. c.

[2] F. SCHALCH 1904. Erläuterungen zu Blatt Donaueschingen, Prof. 2, No. 8, S. 12; — 1906. Nachträge, S. 81.

[3] SCHALCH 1899. Erläuterungen zu Blatt Villingen (Baden), S. 31 u. 32.

[4] Die von E. PHILIPPI aus „Muschelsandstein" des Saargebietes beschriebene (1899, Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. LI, S. 65—67) Art, die durch ihre Beziehungen zu paläozoischen Pektinidenformen besonders interessant ist, findet sich in der Trochitenzone am Saarwasen ziemlich häufig. Sie steht *Pecten Schmiederi* GIEBEL (Lieskau S. 20, T. II, Fig. 7, T. VII, Fig. 1) wohl noch näher, als PHILIPPI annimmt. Denn nach GIEBEL's Beschreibung besitzt diese Form wenigstens auf den Ohren deutliche Radialstreifung, die auch nach der zweiten Figur auf der übrigen Fläche der Schale angedeutet vorzukommen scheint. Die mir vorliegenden Stücke sind noch wesentlich kräftiger skulpiert, als PHILIPPI's Exemplare. Ich führe sie unter dem von ihm gegebenen Namen auf, da sie die sehr charakteristische Verschiebung der Hauptmasse der Schale gegen das Mittelfeld der Schloßkante nach vorn sehr deutlich zeigen. Der von AHLBURG (l. c. S. 58)

Prospondylus comtus v. SCHL. sp.
Lima lineata GOLDF.
— cf. *striata* v. SCHL. sp.
Gervilleia (Hoernesia) socialis var. *funicularis* n. v.[1]
Mytilus eduliformis v. SCHL. forma *praecursor* (FRECH)
Myophoria vulgaris v. SCHL.
— *laevigata* v. ALB.
Undularia scalata var. *alsatica* KOKEN
cf. *Omphaloptycha alta* GIEB. sp.
Dentalium (Entalis) torquatum v. SCHL.
Placodus
Wirbeltierreste gen. inc.

Leider sind von allen diesen Formen der leicht kenntlichen Bank nur die Trochiten überall zu treffen. Von der übrigen Fauna findet man, manchmal wohl nur infolge mangelhafter Erhaltung, an den meisten Stellen kaum Spuren.

Die Bedeutung des Untermusbacher Fossilhorizontes liegt natürlich vor allem in dem mehr ozeanischen Habitus der Fauna, der sich bei uns ganz unvermittelt einstellt. Mit einem Schlage tritt an Stelle ganz flacher, manchmal noch unbeständiger Küstenbecken mit ärmlichen Vorposten einer marinen Bevölkerung das offene Meer, dessen eindringende Gewässer ein viel reicheres Tierleben mit sich heranführen. Und dieser Sieg des Meeres war endgültig, von kurz dauernden, lokal begrenzten Rückschwankungen abgesehen, wie sie wohl in dem Wiedererscheinen roter Mergel in anderen Gegenden am Schwarzwalde sich andeuten. Es unterwarf seiner Herrschaft in Südwestdeutschland nahezu gleichzeitig ein ausgedehntes Gebiet, und die Spuren dieser Invasion lassen sich im ganzen südwestdeutschen Muschelkalk verfolgen. Allerdings erscheinen sie, wie auch in unserem engeren Gebiet, in vielen Fällen vor allem nur als plötzliche Anreicherung an Trochiten.

Das Auftreten dieser Trochitenhorizonte ist, wie vor allem E. STRÜBIN in letzter Zeit hervorgehoben hat[2], für das tiefste germanische Wellengebirge sehr bezeichnend.

Man darf aber dabei nicht vergessen, daß die verschiedenen Vorkommen

---

aus dem untersten Muschelkalk Oberschlesiens (der Horizont dürfte unserer Crinoidenschicht etwa entsprechen) angeführte *P.* cf. *Schmiederi* GIEBEL steht unserer Form augenscheinlich sehr nahe.

[1] s. paläont. Anhang No. 4.

[2] 1901. Beiträge zur Kenntnis des Basler Tafeljura. Diss. Basel, S. 11.

solcher Crinoidenkalke und Crinoidenbänke nicht im strengen Sinne gleichwertig sind, vor allem nicht gewisse der von letztgenanntem Autor angezogenen Beispiele. So liegt BENECKE's Trochitenbänkchen[1] ganz an der Basis des Wellengebirges, die *Pentacrinus*-Bank bei LEPPLA[2] bezeichnet dagegen im Hardtgebirge die Obergrenze des dortigen „Wellendolomites". Daß aber auch in den anderen in Frage kommenden Gebieten es sich nicht um einen, „guten, leicht auffindbaren Horizont" handeln kann, erhellt schon daraus, daß gerade in den am gründlichsten studierten Gebieten mehrere, weithin durch ziemlich mächtige Mittel deutlich geschiedene Crinoidenlagen bekannt geworden sind. So werden von SCHUMACHER, wie schon oben angedeutet wurde, im Reichslande in weiter Verbreitung zwei solcher Trochitenbänke unterschieden[3], deren eine, der oben erwähnten bei BENECKE entsprechend, an der Basis der Formation, tiefer als die feinkörnige Dolomitbank bei Pfalzburg[4] lagert. Die zweite liegt mehrere Meter höher und ist mit unserer Trochitenzone, die auch bei Durlach noch genau in der Art, wie bei Freudenstadt, entwickelt ist, vermutlich genau zu parallelisieren. Die Übereinstimmung der in ihr aufgefundenen reichen Fauna mit der vom Sauwasen ist ziemlich groß. Die von A. SAUER aus der Heidelberger Gegend erwähnte „Bank von auffällig grobkristallinem, grauem Dolomit mit häufigen Enkrinitenstielgliedern und Bruchstücken von Saurierknochen"[5], in der an einer Stelle auch *Lima? striata* SCHL. beobachtet wurde, scheint unserem Trochitenhorizont genau zu entsprechen. Sie liegt 2—3 m über der Buntsandsteingrenze.

Am südöstlichen Schwarzwalde unterscheidet SCHALCH ebenfalls[6] zwei Trochitenzonen. Hier entspricht aber, wie ich in den Aufschlüssen im Eschachgebiet mit Sicherheit feststellen konnte, die untere dem Fossilhorizont von Untermusbach und nimmt eine ganz entsprechende Stellung in dem auch dort unterscheidbaren Schichtenstoß der liegenden Dolomite ein. (Die obere liegt wesentlich höher.) Die genaue Identität dieser Trochitenvorkommen in der oberen Bank der liegenden Dolomite mit dem nur 1,6—4 m über dem Röth lagernden „Trochitenhorizont" BROMBACH's[7] möchte ich nicht ohne weiteres für erwiesen halten, solange die Ausdehnung der gerade darüber vorhandenen Lücke in BROMBACH's Profilen nicht genau bekannt ist[8].

In der Nordschweiz ist nach STRÜBIN eine Trochitenzone unmittelbar über der schon erwähnten Bleiglanzschicht entwickelt. Ich würde auch hier nicht ohne weiteres zu entscheiden wagen, ob sie mit unserer Trochitenbank gleichgesetzt werden kann. Die ganze Bleiglanz- und Trochitenzone auf Blatt Kaiser-

[1] 1877. Über die Trias in Elsaß-Lothringen und Luxemburg. Abh. z. geol. Spezialkarte von Elsaß-Lothringen, I, 4, S. 563.

[2] 1888. Über den Buntsandstein im Hardtgebirge (Nordvogesen). Geogn. Jahreshefte I, S. 51.

[3] 1889. Zur Kenntnis des unteren Muschelkalkes im nordöstlichen Deutsch-Lothringen. Mitt. d. Kommiss. f. d. geol. Landes-Unters. v. Elsaß-Lothringen II, S. 121—123.

[4] s. oben S. 10.

[5] 1898. Erläut. Bl. Neckargemünd S. 27.

[6] 1906. Nachträge, S. 81 u. 82.

[7] s. SCHALCH, Nachträge, S. 82.

[8] s. T. I, Prof. 8.

augst scheint aber dem tieferen Trochiten- und Bleiglanzniveau am südöstlichen Schwarzwald[1] recht gut zu entsprechen. Dieses liegt nach SCHALCH etwa 5 m über der Röthgrenze[2]. Es kann daher sehr wohl ein wirkliches Äquivalent der Oberschicht unserer liegenden Dolomite sein, die dann dort absolut und, vor allem mit Rücksicht auf die geringere Gesamtmächtigkeit der ganzen Formation, relativ um einiges mächtiger entwickelt wären, als bei Freudenstadt. Dem entspricht es gut, daß SCHUMACHER SCHALCH's ältere „Dentalien- oder Bleiglanzbank" seiner oberen Trochitenbank gleichsetzt[3].

Das ganze Bild der Verbreitung der Trochitenschichten in Südwestdeutschland zeigt also, wie der Wechsel vom fast fossilfreien Buntsandstein zu dem ein reicheres Tierleben bringenden Muschelkalk sich hier zwar in vergleichsweise kurzer Zeit vollzog, in den verschiedenen Teilen des Gebietes aber doch die Einwanderung reicherer Meeresfaunen in die flachen Becken nicht mit derselben Gleichmäßigkeit vor sich ging. Gleichmäßiger verbreitet und auch gleich recht formenreich entwickelt findet sich die Muschelkalkfauna, soweit man bis jetzt sehen kann, erst in dem Trochitenhorizont, mit dem die Zone der liegenden Dolomite in der Freudenstädter Gegend ihren oberen Abschluß findet, und in seinen Äquivalenten in den übrigen Triasgebieten Südwestdeutschlands.

Diese Ungleichmäßigkeit in dem ersten Auftreten der reicheren Marinfaunen ist natürlich einer genauen Entscheidung über den stratigraphischen Wert der üblichen Röthgrenze (s. oben S. 10) nicht besonders günstig und steht in einem großen Teile des südwestdeutschen Gebietes gegenüber der oben geschilderten gleichmäßigen Verbreitung der feinkörnig-gelben Dolomitlagen zurück.

b) Fast der ganze Rest des unteren Wellengebirges kann als **mergelige Abteilung** zusammengefaßt werden.

Es überwiegen in diesem Abschnitt von mehr als 11 m Mächtigkeit durchaus feinkörnige, schiefrige, dolomitische Mergel von heller Verwitterungsfarbe und oft nur mäßigem Karbonatgehalt. An der Luft zerfallen und zerfrieren sie leicht und geben ein geschätztes Material für Ziegeleiwerke. So verwendet die Bacher'sche Ziegelei

[1] F. SCHALCH, Nachträge, T. IV.

[2] Wir sahen schon, daß hierher SCHALCH's „Dentalien- oder Bleiglanzbank" in seiner Dissertation gehört, die mit der späteren „Bleiglanzbank" (π) des Eschachgebietes nicht identisch ist. Welches ist nun die mit π idente „Bleiglanz- oder Dentalienbank", deren Name später, als im Eschachgebiet *Dentalium* in ihr nicht gefunden wurde, in die Benennung „Bleiglanzbank" abgekürzt wurde (SCHALCH, 1906. Nachträge S. 83.)?

[3] Nordost-Lothringen, S. 164.

am Hauptbahnhof von Freudenstadt die ganze, in einer großen Grube bei flach ansteigendem Gelände sukzessive zutage tretende Schichtenfolge. Ganz ähnlich wird im Aischfeld (Bl. Alpirsbach) fast die ganze Mächtigkeit derselben Schichten für das bedeutende Ziegelwerk von Alpirsbach abgebaut.

Diese Mergelschichten sind da, wo sie ihre gewöhnliche gelbgraue oder grünlichgraue Farbe besitzen, recht arm an Fossilien. Sehr sparsam habe ich darin dünne, auf der Oberseite mit kaum halbwüchsigen Exemplaren von *Gervilleia socialis* var. *funicularis* bedeckte Plättchen gefunden, wie wir sie im mittleren Abschnitt des Wellengebirges so verbreitet antreffen werden. Ferner führen manche verhärtete Plättchen, namentlich in dem tieferen Abschnitt der Mergelzone, gelegentlich reichlicher Trochiten, entsprechend dem schon erwähnten Trochitengehalt dieser unteren Hälfte in Lothringen, sowie Schalch's oberer Trochitenbank am südöstlichen Schwarzwald[1]. Vereinzelt kommt auch einmal eine große *Homomya* oder *Lima* vor. Von Interesse ist vielleicht, daß sich hier auch Stücke von *Rhizocorallium jenense* mit der für dieses problematicum charakteristischen, spitzwinklig netzförmigen Skulptur in deutlicher Erhaltung gefunden haben.

Da wo nun, besonders im oberen, aber auch im mittleren Anteil der Mergelzone, die graue Farbe der Sedimente in ein ziemlich kräftiges Gelb übergeht, werden sie an mehreren Stellen überaus reich an Fossilien, von denen auch die kleinsten manchmal von recht guter, im süddeutschen Wellengebirge ungewöhnlicher Erhaltung sind. Einzelne Arten, z. B. die Gervilleien, besitzen regelmäßig noch die Schale und lassen sich aus dem weichen Gestein mit Nadel und Bürste gut herauspräparieren. Eine gewisse Verdrückung der Gesamtform muß man allerdings, trotz guter Erhaltung der Einzelheiten der Skulptur, gewöhnlich mit in den Kauf nehmen. Von den reichlich vorhandenen kleinen Formen ist vieles ganz oder zum Teil in Brauneisenstein erhalten, der aus ursprünglich vorhandenem Schwefelkies hervorgegangen sein dürfte.

Die besten Fundpunkte sind unbebaute Flächen westlich vom Katzenholz, östlich vom Hauptbahnhof von Freudenstadt, sowie der Waldrand und an ihn anschließende Ödungen etwa 1 km nordwestlich und nördlich von Beihingen (Bl. Altensteig). Es hat aber den Anschein, daß die fossilreichen Lagen an diesen beiden

[1] s. oben S. 17.

Hauptfundplätzen nicht denselben Horizont repräsentieren, trotzdem sie in der Gesteinsbeschaffenheit und der Fossilführung nur geringfügige Unterschiede zeigen. Denn bei Beihingen läßt sich in den nach oben fortsetzenden Aufschlüssen leicht nachweisen, daß dort die Fossilschichten der obersten Region der Mergelzone angehören. Tiefere Schichten, etwa aus ihrer Mitte, stehen dort ebenfalls an, nämlich an dem von Beihingen nach Gründelhof führenden Feldwege, da wo er die Höhe des Muschelkalkrückens überschreitet. Sie sind aber dort nicht gelb gefärbt und enthalten nur spärlich Fossilien (darunter *Beneckeia Buchi*). Am Katzenholz dagegen geht aus der Höhenlage der Röthgrenze auf beiden Seiten des Wellengebirgsrückens hervor, daß die auf seiner Oberfläche aufgeschlossenen Wellengebirgsschichten nur 8 bis höchstens 9 m über derselben liegen. Sie gehören also in die Mittelregion der Mergelzone.

Besondere Erwähnung verdienen aus der reichen Fauna, von der jetzt schon 50 Arten einigermaßen sicher bestimmbar waren, etwa folgende Formen:

Rhizocorallium jenense ist auch hier mit wohlerhaltener Skulptur nicht selten.

Terebratula Ecki ist überall vorhanden, aber meist sehr vereinzelt. Nur an einem, sonst an Fossilien nicht besonders ergiebigen Fundpunkte, an der alten Landstraße 1500 m westnordwestlich von Oberschwandorf (Bl. Altensteig), fanden sich in den höheren Schichten der Mergelzone eine ganze Reihe wohlerhaltener Exemplare.

Von Bivalven erwähne ich zuerst frei herausgewitterte, zweischalige, wenig verletzte Schalenexemplare von *Prospondylus comtus*. Sehr bezeichnend ist die in großer Menge neben ebenso häufigen kleinen Stücken von *Gervilleia (Hoernesia) socialis* var. *funicularis* auftretende *Gerv. (H.) subglobosa*, die im Schwarzwälder Wellengebirge nur in diesen Schichten häufig vorkommt. *Gervilleia costata*, die in anderen Gegenden aus tieferem Wellengebirge vielfach genannt wird, habe ich bei uns in diesen Schichten nur als äußerste Seltenheit feststellen können. Man findet sie sonst vom Schwarzwalde aus tieferem Wellengebirge erwähnt, aber wohl nur infolge Verwechslung mit der kleinen, scharfrippigen, nun schon mehrfach genannten var. *funicularis* der *Gerv. (Hoern.) socialis*, mit der sie gar nicht näher verwandt ist. Einigermaßen häufig ist die kleine, stark radialgerippte *Myophoria curvirostris*. Sie kommt vorwiegend in zweischaligen Exemplaren vor, deren Rippen, wie schon Eck an einem Schwarzwälder Stück feststellen konnte, von beiden Seiten

korrespondierend zum Rande laufen. Reichlich zu finden in ausgezeichneten Steinkernen, hie und da mit Spuren der konzentrischen äußeren Skulptur (Skulpturs teinkerne), ist die große *Myophoria laevigata*. Das Vorkommen großer Exemplare dieser Art gerade in diesem Niveau wird auch in anderen Gegenden besonders betont. So bezeichnet sie R. Wagner[1] geradezu als Charakterfossil der entsprechenden Schichten (eigentlicher unterer Wellenkalk) in der Gegend von Jena. Durch größte Häufigkeit und meist ausgezeichnete Erhaltung zeichnet sich *Myophoria cardissoides* aus. Schließlich ist sehr auffallend in großer Häufigkeit mit der Schale erhalten eine *Cypricardia;* sie steht *C. Escheri* des Schaumkalkes γ von Lieskau bei Halle, die auch noch höher gefunden wird[2], sehr nahe.

Von Gastropoden seien hervorgehoben: *Worthenia Hausmanni*, *Loxonema obsoletum*, *Pseudomurchisonia extracta* und kleine *Omphaloptycha*, die der *gregaria*, sowie große spiralgestreifte, die der *liscaviensis* wenigstens sehr nahe stehen. Die meisten Gastropoden, vor allem die kleinen, sind durch Verdrückung stark entstellt. Erst eine große Masse von sorgfältig präpariertem Material wird genügend tadellose Stücke zu ganz sicherer Bestimmung der schon bekannten und zur Ausscheidung und Beschreibung etwa neuer Formen ergeben.

Von Cephalopoden ist neben dem in allen Größen häufig vorkommenden *Nautilus dolomiticus*[3] nur noch *Beneckeia Buchi* ge-

---

[1] 1897. Beitrag zur genaueren Kenntnis des Muschelkalkes bei Jena. Abh. d. preuß. Geol. Landesanstalt N. F. 27, S. 24.

[2] F. Brombach 1903, S. 455.

[3] Manche Exemplare aus diesen Lagen entsprechen gut Quenstedt's mir vorliegendem Original von *N. dolomiticus* (Cephalopoden Taf. II, Fig. 13a). Es stammt von Rotfelden bei Nagold aus „Wellendolomit", dem Gestein nach aber aus höheren Schichten desselben (S. 38 ff.), die dort gut aufgeschlossen sind und allenthalben *Nautilus* ziemlich reichlich führen. Die an den Typus Quenstedt's anschließenden Altersformen nehmen manchmal so schnell an Breite der Umgänge zu, daß sie an den aus den Myophorienbänken Thüringens durch K. v. Fritsch beschriebenen *N. adrena* erinnern.

Daneben kommen in beiden an *Nautilus* reicheren Schichten, soweit das stark verdrückte Material erkennen läßt, auch Formen vor, die in der Größe von Quenstedt's Original einen viel höheren Windungsquerschnitt mit wesentlich schmälerem Rücken, sowie weniger ausgesprochene Rücken- und Nabelkanten haben. Auch sie scheinen im späteren Alter schärfere Kanten zu erwerben, aber einen mehr scheibenförmigen, flacher genabelten Habitus zu bewahren.

Im ganzen wurde *Nautilus* bei Freudenstadt bis in das Niveau der Spiriferinen hinauf (S. 53) gefunden. Das obere Wellengebirge, aus dem K. v. Fritsch

funden, diese aber (vor allem bei Beihingen) in großer Häufigkeit und auch reichlich in rings ausgewitterten, erwachsenen Exemplaren oder wenigstens Bruchstücken von solchen.

Wirbeltierreste fehlen auch nicht ganz. So fand M. Bräuhäuser bei Beihingen einen Wirbel von *Mixosaurus atavus* von 57 mm größtem Durchmesser und ausgezeichneter Erhaltung.

Ich verweile bei der interessanten Fauna etwas länger, weil sie (wenigstens sicher horizontiert und in dieser Reichhaltigkeit) für Schwaben neu und für das Gebiet charakteristisch ist. Sie enthält gelegentlich von allen vorkommenden Arten einmal ausgezeichnet erhaltene und unverdrückte Exemplare und wird so für den Vergleich mit den auswärtigen Faunen und den weiteren Ausbau der genauen Kenntnis der schärfer gefaßten Arten und ihrer Verbreitung in den einzelnen Abteilungen des Wellengebirges noch manchen wichtigen Beitrag liefern. Zu einer derartigen kritischen Verwertung reicht allerdings, wie schon angedeutet, das bisher gesammelte Material noch nicht aus. Es müssen daher auch in dem folgenden Verzeichnis die Bestimmungen einer ganzen Reihe von Formen einstweilen noch als etwas unsicher bezeichnet werden; viele andere, deren Stellung noch unsicherer erscheint, wurden ganz weggelassen.

Fossilliste:

Rhizocorallium jenense Zenker
Encrinus sp.
Pentacrinus dubius v. Meyer
Discina discoides v. Schl. sp.
Terebratula (Dielasma) Ecki Frantzen
Terquemia decemcostata Goldf.
— *complicata* Goldf.
Placunopsis ostracina v. Schl. sp.
Pecten (Entolium) discites v. Schl. sp.
Prospondylus comtus v. Schl. sp.
Lima cf. *striata* v. Alb.
— *lineata* Goldf.
— *(Plagiostoma) subpunctata* d'Orb. (= *Beyrichi* Eck)
Gervilleia mytiloides v. Schl.
Gervilleia costata v. Schl. sp.
— sp. n.

---

von Halle a. S. eine von *N. dolomiticus* abweichende Form *(N. spumosus)* beschreibt (Beiträge S. 25), hat mir bei uns noch keine *Nautilus*-Reste geliefert.

Gervilleia (Hoernesia) socialis var. *funicularis* n. v.
-- — *subglobosa* Cred.
Lithophagus priscus Gieb.
Nucula Goldfussi v. Alb. sp.
Leda (?) excavata Goldf. sp.
Macrodon Beyrichi v. Stromb. sp.
Myophoria laevigata v. Alb.
— *cardissoides* v. Schl. sp.
— *curvirostris* v. Schl.
— *vulgaris* Br.
Cypricardia cf. *Escheri* Gieb. sp.
Pseudocorbula gregaria v. Mstr. sp.
Homomya n. sp. aff. *impressae* v. Alb.
— *Albertii* Voltz
— *Althausi* v. Alb. sp.
Dentalium (*Entalis*) *torquatum* v. Schl.
Worthenia Hausmanni Goldf. sp.
— cf. *elatior* E. Picard
cf. *Fritschia multicostata* E. Picard
cf. *Neritaria prior* E. Picard
Pseudomurchisonia extracta Berger sp.
Loxonema obsoletum v. Ziet. sp.
— *elongatum* E. Picard
cf. — (*Polygyrina*) *columnare* E. Picard
Omphaloptycha cf. *gregaria* v. Schl. sp.
— cf. *Kneri* Gieb. sp.
— cf. *liscaviensis* Gieb. sp.
— cf. *rhenana* Koken.
— cf. *gracilior* v. Schaur. sp.
Beneckeia Buchi (v. Alb.) Dunk.
Nautilus (Monilifer) dolomiticus Quenst.
Serpula (Spirorbis) valvata Goldf.
Ichthyosaurus (Mixosaurus) atavus Quenst.

Die größten von diesen Fossilien finden sich stellenweise, besonders am Katzenholz, von den bekannten Pseudomorphosen von Calcit nach Schwerspat oder Cölestin ganz durchwachsen. Diese größeren Formen scheinen lagenweise in den dolomitischen Mergelschiefern verteilt zu sein.

Den weichen Mergeln ist eine ganze Reihe von Dolomitbänkchen von wechselnder, 15 cm im allgemeinen nicht über-

steigender Mächtigkeit eingeschaltet. Frisch blaugrau besitzen sie bei mäßiger Verwitterung einen sehr bezeichnenden braunroten Farbenton. Das Gestein enthält in Menge kleine Glimmerschüppchen, ist reich an feinem Sand und laugt gelegentlich ganz zu hellem, mürbem Sandstein aus. Meist jedoch bleibt es hart, zerfällt flachmuschelig in grobe, klingende Scherben und bedeckt damit nackte Gehänge so dicht, daß man sich von dem Grade seiner Beteiligung an der Schichtenmächtigkeit ein ganz falsches Bild macht. Dieselbe dürfte ein Zehntel der Mächtigkeit der Zone im ganzen kaum übersteigen. Die Oberfläche der Platten ist zum Teil wulstig und manchmal von sogenannten Kriechspuren ganz bedeckt.

Bei dem Versuche, diese Dolomitlagen in den einzelnen Abschnitten des Gebietes zu parallelisieren, stellte sich ziemlich klar heraus, daß sie über größere Entfernungen nicht durchaus beständig sind. Sie wechseln in der Mächtigkeit und keilen sich gelegentlich auch einmal ganz aus. Nur die zwei stärksten Lagen, etwa $4^1/_2$ resp. 6 m über den liegenden Dolomiten, scheinen einigermaßen auszuhalten.

Die Fossilführung der braunen Dolomitplatten ist ziemlich mannigfaltig, fällt aber nicht beim ersten Blick in die Augen. Wirklich fossilreich sind gewöhnlich nur bestimmte dünnere, rauhe, drusige Bänke, die nicht zum Zerspalten neigen und, wie es scheint, nicht überall deutlich entwickelt sind. Eine von ihnen begleitet gewöhnlich — so am Forchenkopf bei Wittlensweiler in dem schon erwähnten Bahneinschnitt und am Silberberge bei Aach (beide auf Bl. Freudenstadt) — eine nahe der Mitte der Mergelzone gelegene, stärkere der spaltbaren Dolomitplatten. Eine zweite liegt vor allem am Silberberg schön entwickelt, mehrere Meter höher. Diese Bänke wimmeln an vielen Stellen von *Dentalium torquatum*. Manchmal sind neben ihm andere Fossilien kaum durch wenig deutliche Spuren angedeutet. In günstigeren Fällen konnte aber doch eine kleine Fauna zusammengebracht werden. Sie enthält bis jetzt folgende Fossilien[1]:

Encrinus sp.
Lingula sp.
Terquemia decemcostata Goldf.
Pecten (Pleuronectites) laevigatus v. Schl. sp.

[1] Die in den drei verschiedenen Fazies der Gesteinsentwicklung der Mergelabteilung auftretenden Faunen sind getrennt aufgezählt, um zu zeigen, wie mit dem petrographischen Charakter auch die Fossilführung sich etwas ändert.

Pecten (Entolium) discites v. Schl. sp.
Lima lineata Goldf.
— cf. *striata* v. Alb.
Gervilleia (Hoernesia) socialis var. *funicularis* n. v.
— cf. *Goldfussi* v. Stromb.
Myophoria vulgaris v. Schl.
— *laevigata* v. Alb.
Dentalium (Entalis) torquatum v. Schl.
Nautilus (Monilifer) dolomiticus Quenst.
Beneckeia Buchi (v. Alb.) Dunk.[1]
Wirbeltierreste.

Das Vorkommen von Dentalienbänken ist im südwestdeutschen Wellengebirge schon an den verschiedensten Stellen beobachtet worden[2], aber bis jetzt hat sich kaum eine von ihnen durch ein größeres Gebiet mit genügender Sicherheit verfolgen lassen. Jedenfalls hat keine der beiden Freudenstädter Dentalienschichten, wie schon aus früher Gesagtem hervorgeht, mit der wesentlich tiefer liegenden „Dentalien- oder Bleiglanzbank" Schalch's am südöstlichen Schwarzwalde (1873) zu tun, trotzdem sie an dieselbe auch in der sonstigen Fauna erinnern. Dagegen stimmt die von demselben Autor vom unteren Neckar erwähnte[3] Dolomitbank mit *Dentalium* in der Lage etwa mit der tieferen unserer Dentalienschichten überein.

Daß bei Freudenstadt Dentalien auch in der Trochitenzone der liegenden Dolomite schon vorkommen, wurde bereits erwähnt. Ich halte es daher bei der Neigung dieser Wesen, unter günstigen Bedingungen die ganze übrige Fauna zu überwuchern, für recht wahrscheinlich, daß auch dieser Horizont bei uns einmal als typische Dentalienbank entwickelt vorkommen mag.

Jedenfalls sind die leicht kenntlichen Dentalienbänke in unserer Gegend, zum Unterschiede von Mittel- und Norddeutschland, wo sie vertikal viel weiter verbreitet sind[4] und bis in die obersten Abschnitte des Wellengebirges vordringen[5], bis jetzt auf die unterste Hauptabteilung der Formation beschränkt gefunden.

---

[1] Die auf Dentalienplatten aufgewachsenen Exemplare von *Ben. Buchi* gehören zu den besten, die mir aus Schwaben bekannt geworden sind. So das Stück im Stuttgarter Naturalienkabinett von Aach bei Freudenstadt. Ein großes, ganz gut erhaltenes Exemplar aus einer Dentalienbank liegt auch in der Sammlung des Seminars in Nagold.

[2] s. Zusammenstellung bei E. Schumacher 1889, S. 164 Anm. und S. 182.

[3] 1892. Mosbach u. Rappenau, Profil 6, No. 2, S. 523.

[4] H. Eck, 1872. Rüdersdorf und Umgegend. Abh. zur Geol. Spezialkarte v. Preußen, I, 1; S. 172.

[5] z. B. bei Jena (R. Wagner 1897. Beitrag zur genaueren Kenntnis des Muschelkalkes bei Jena. Dieselben Abh. N. F. 27, S. 64), ferner am nördlichen Harzrande im Schaumkalk δ. So erfüllt *D. torquatum* eine ganze Lage der in den Steinbrüchen bei Aschersleben sehr gut aufgeschlossenen (eigentlichen) Schaumkalkzone (s. Henkel 1905. Der Wellenkalk im nördlichen Harzvorlande. Monatsbericht d. D. g. G., No. 10, S. 390—391).

Von einem sehr fossilreichen Vorkommen einer Dentalienbank bei Rötenberg (Bl. Alpirsbach) liegen im K. Naturalienkabinett in Stuttgart einige durch v. Alberti gesammelte Proben. Bei Rötenberg selbst ist mir zurzeit kein Aufschluß bekannt, in dem dergleichen zu finden wäre. Aber in einer Mergelgrube in den „Gräben" bei Reutin, nur etwa 5 km nördlich von Rötenberg, werden noch heute eine Menge Stücke einer Dentalienbank bei Seite geworfen, die der tieferen bei Wittlensweiler und Aach entsprechen dürfte und neben *Dentalium torquatum* ebenfalls andere Fossilien erkennen läßt, wenn auch nicht so reichlich und wohlerhalten, wie die alten Stücke von Rötenberg. In der Fauna dieser letzteren findet sich neben einer Anzahl der oben angeführten Arten noch *Nucula Goldfussi* und *Mytilus eduliformis*, sowie eine Menge kleiner Echinodermenreste *(Acroura?)*, wie wir sie schon in der Trochitenzone der liegenden Dolomite kennen lernten.

Viel bedeutungsvoller ist nun der Fossilgehalt der harten, in einem gewissen Grade der Verwitterung leicht in Scherben spaltenden Platten. Er tritt vor allem in den stärkeren Lagen der Mittelregion auf, ist aber nur selten besonders reichlich darin vorhanden und nur durch sorgfältiges Aufspalten eines großen Materials mit einiger Vollständigkeit zu gewinnen[1].

In dieser Fauna nimmt das Hauptinteresse das Vorkommen des auch sonst für die untere Abteilung des Wellengebirges charakteristischen *Hungarites Strombecki* in Anspruch, trotzdem der Ammonit auch hier nur als große Seltenheit zu finden ist.

Die zwei vordem aus Schwaben bekannt gewordenen Exemplare der unverkennbaren Form stammen beide aus unserer Gegend. Das eine fand vor Jahren ein Teilnehmer an einer Exkursion des Herrn Prof. Nies[2] am Silberberge bei Aach. Das zweite, mir allein zugängliche, stammt von Pfalzgrafenweiler (Bl. Altensteig). Es wurde von Eck unter falscher Bestimmung in der Sammlung der Technischen Hochschule aufgefunden[3]. Im Gesteinscharakter entspricht das letztere Stück auf den ersten Blick den braunroten, plattigen Dolomiten der Mergelzone.

---

[1] Die paläontologische Ausbeutung dieser Schichten ist durch Herrn Rektor Dr. E. Stahlecker in Tübingen, der im Auftrage der geologischen Landesaufnahme eine Reihe von Sammelexkursionen auf Blatt Freudenstadt ausgeführt hat, ganz wesentlich gefördert worden.

[2] F. Nies, *Ceratites Strombecki* Griep. Ber. d. Oberrhein. Geol. V. 1895, S. 43. Die über den genaueren Horizont des Fundes versprochenen Nachrichten hat Nies nicht mehr gegeben.

[3] 1872. Jahresh. d. V. f. Vaterl. Naturkunde XXVIII, S. 122.

Nach langem Suchen ist es mir geglückt, aus der anstehenden tieferen der beiden starken und fossilreicheren mittleren Dolomitlagen der Zone, am Hange östlich der Straße von Dornstetten nach Glatten (Bl. Rexingen), ein ferneres Stück zu gewinnen. Es ist ein großes Bruchstück (Wohnkammer) eines Exemplares von ungewöhnlichen Dimensionen (14,5 cm Durchmesser ergänzt). Unter dem von E. STAHLECKER gesammelten Material konnte ich ferner den fragmentarischen Abdruck eines zweiten Exemplares (aus einer Dolomitplatte etwa in demselben Niveau, südlich vom Buchholder bei Freudenstadt) feststellen, das auch den Verlauf der sehr charakteristischen Loben leidlich erkennen läßt. Damit ist das Lager dieses wichtigen Leitfossiles des unteren Wellengebirges in unserer Gegend sicher und seinem sonstigen Vorkommen gut entsprechend festgestellt.

Die übrigen Vorkommen von *Hungarites Strombecki* im südwestdeutschen Wellengebirge sind durch SCHUMACHER in seiner vergleichenden Tabelle der Hauptprofile[1] zusammengestellt. Es ergibt sich aus dieser Übersicht, daß neben dem von F. SCHALCH bei Waldshut in seiner „Dentalien- oder Bleiglanzbank", also tiefer, als unsere Stücke, gefundenen Exemplar andere mit Sicherheit höher als die Freudenstädter Stücke vorgekommen sind. Auch in Norddeutschland ist *Hungarites Strombecki* nach K. v. FRITSCH, der vor kurzem über vier bei Bernburg gefundene Stücke berichtet hat[2], im allgemeinen auf das untere Wellengebirge, unter dem Schaumkalk α beschränkt. Dem entspricht das Vorkommen des Originalstücks GRIEPENKERL's bei Neu-Wallmoden (Braunschweig)[3]. Nur in Schlesien ist die Art bis jetzt auch höher noch gefunden[4], und zwar bis in den „blauen Sohlenstein", der den Schichten unter dem weiterhin zu besprechenden Hauptlager der *Terebratula vulgaris* bei uns, also unter dem Schaumkalk γ, nach AHLBURG[5] entspricht.

Als ein neues Vorkommen kann ich noch ein deutliches Bruchstück des Ammoniten erwähnen, das Herr W. SPITZ aus Heidelberg in meiner Begleitung in dem sehr instruktiven Einschnitt der Kraichgaubahn östlich Grötzingen bei Durlach[6] auffand. Das Stück lag lose nur wenig über den dort wohl entwickelten

[1] Nordöstl. Lothringen, Tab. 2.

[2] 1906 (nachgelassene Schrift). Beitrag zur Kenntnis der Tierwelt der deutschen Trias. Abh. d. Naturf. Ges. zu Halle, XXIV, S. 271.

[3] 1860. Zeitschr. d. D. geol. Ges., XII, S. 161.

[4] ECK 1865, Oberschlesien, S. 59, 107 und 146. — NOETLING 1880, Niederschlesien, S. 34.

[5] l. c. S. 53 u. 54.

[6] Das in diesem ersten Eisenbahneinschnitt östlich Grötzingen aufgeschlossene, ausgezeichnet übersichtliche Profil beschrieb PH. PLATZ (1881. Geologisches Profil der Kraichgaubahn von Grötzingen nach Eppingen. Verh. d. Nat. V. Karlsruhe, VIII, S. 329) nur nach dem petrographischen Wechsel zwischen festem Dolomit und weichen Ton- und Mergellagen. Bei einem Besuche im Herbst 1905 konnte ich feststellen, daß in dem Eisenbahneinschnitt Mächtigkeit und Gliederung des unteren Wellengebirges, bis zu dem ohne Schwierigkeit nachweisbaren Hauptlager der *Terebratula Ecki*, ganz überraschend mit dem Profil der Abteilung bei Freudenstadt übereinstimmt. Liegende Dolomite mit der schon erwähnten feinkörnigen Dolomitbank nahe über der Basis und deutlicher Crinoidenzone an der Obergrenze (dieser Abschnitt besonders schön zu beobachten an einem großen,

liegenden Dolomiten und gehört dem Gestein nach unbedingt einer der Dolomitplatten der Mergelzone an. Welcher von ihnen es entstammt, ließ sich nicht feststellen.

Viel häufiger als *Hungarites Strombecki* findet sich nun in denselben Dolomitplatten, und zwar wenigstens in beiden Bänken der Mittelregion, in ungewöhnlich großen Exemplaren, manchmal zu mehreren auf einer Platte, *Beneckeia Buchi*[1].

Auch von diesem Ammoniten existieren in den Sammlungen aus der Gegend von Freudenstadt wohlerhaltene, große Exemplare mit ausgezeichnet deutlichen Loben, in dolomitischer Erhaltung. Über ihr Lager war genaueres nicht bekannt[2]. Das Gestein der Stücke macht es mir wahrscheinlich, daß auch sie sämtlich den mittleren Dolomitlagen der Mergelzone entstammen, zum Teil, wie schon erwähnt, den begleitenden Dentalienbänkchen, alle von der Außenfläche der Platten, wo ein besonders zarter toniger Überzug der Erhaltung feinerer Einzelheiten der Fossilien sehr günstig war. Die große Mehrzahl der neuaufgefundenen Stücke wurde demgegenüber durch Aufspalten aus dem Innern der Platten gewonnen und zeigt Loben und andere Besonderheiten darum nur in Ausnahmefällen besonders deutlich erhalten.

Auffallenderweise haben sich in diesen Platten die Ammoniten in einiger Häufigkeit bisher nur auf Blatt Freudenstadt und in dessen näherer Umgebung gefunden. In der Gegend von Altensteig und Nagold konnte fast nur die begleitende Fauna in ihnen nachgewiesen werden.

---

abgestürzten Block in dem alten Steinbruch zunächst dem Schießstand der Patronenfabrik näher an Grötzingen), Mergelzone und die weiterhin zu besprechenden „rauhen Dolomite“ sind mit voller Deutlichkeit zu unterscheiden. Ihre Mächtigkeiten weichen mit resp. 3,3—13,6—1,5 m, im ganzen also 18,4 m, von den Verhältnissen bei Freudenstadt nicht wesentlich ab. Dazu kommt, daß gerade bei Grötzingen auch die petrographischen Einzelheiten der Schichten kaum Unterschiede gegen Freudenstadt aufweisen. Allerdings schwankt in dieser Gegend der petrographische Charakter augenscheinlich schon etwas stärker, als bei uns. Vor allem treten vielfach die liegenden Dolomite als geschlossene Gruppe fester Bänke weniger deutlich hervor. Die großen Schwankungen in den Mächtigkeiten, die v. Sandberger betont, erklären sich indessen durch Beobachtungsfehler. Die bedeutende Differenz zwischen dem Grötzinger Profil und der Aufnahme Sandberger's (1864, S. 4) im Hohenwettersbacher Hohlwege (hier 26,6 m vom Röth bis zum Hauptlager der *Terebratula Ecki*) ist durch unrichtige Deutung der mittleren Unterbrechung dieses Aufschlusses entstanden. Sandberger nimmt dort einen Zuwachs der Mächtigkeit der Schichten um 10 m an. Die Beobachtung des Einfallens, das sich gerade auf dieser mangelhaft erschlossenen Strecke des Hohlweges ändert, zeigt aber deutlich, daß dieser Zuwachs an Mächtigkeit nur wenig ausmacht. Eine Neuaufnahme des wertvollen Profils wäre, wie überhaupt eine erneute Darstellung der Entwicklung des Wellengebirges bei Durlach, sehr wünschenswert.

[1] s. den paläont. Anhang, No. 10.

[2] Eck 1880, S. 47.

Diese begleitende Fauna, die nicht besonders artenreich ist, besteht vorwiegend aus großen Formen. Häufig sind vor allem *Lima lineata*, große, bis 8 cm breite Exemplare von *Pecten discites*, sowie *Pleuromya* cf. *fassaensis*[1]. Von zwei großen Wohnkammerbruchstücken von *Nautilus* läßt sich eines auf *N. dolomiticus* beziehen. Das zweite ist durch die bei Nautilen des oberen Muschelkalkes manchmal auftretenden, von Eck[2] auch an einem *Nautilus* des obersten Wellengebirges einmal beobachteten plumpen Knotenwülste an den Rückenkanten bemerkenswert[3].

Sehr vielfach treten „Schlangenwulst-Bildungen" auf, die an *‚Rhizocorallium' commune*, mehr noch an *Cancellophycus* erinnern. Sie sind lang ohrförmig ausgezogen. Innerhalb des stärksten, äußeren Bogenwulstes wiederholen sich die etwas abgeplatteten, rundlichen Stränge oft viele Male. Sie treten durch grünliche Tonbekleidung auf dem braunroten Gestein gut hervor; irgendwelche Skulptur, wie die spitzwinkligen Netzleisten von *Rhizocorallium jenense*, ist nicht zu erkennen.

Ein anderes Problematicum erinnert auffallend an die von H. Philipp aus den Werfener Schichten von Predazzo beschriebenen

---

[1] v. Alberti identifiziert (1864, Überblick, S. 137) die kleinen Myaciten des Wellengebirges, deren Wirbel etwa in der Mitte liegt, mit der bekannten Form der alpinen Werfener Schichten, die mir aus der Gegend von Predazzo vorliegt. Die unverdrückten Exemplare der braunen Dolomitplatten, die übrigens über 4 cm lang werden, sind gleichmäßiger gewölbt, als die alpinen, deren Hinterseite unter dem Schloßrande stark eingedrückt erscheint. Zudem besitzen sie außer den feinen Anwachsstreifen einige grobe, konzentrische Runzeln (s. auch S. 39 und 60). Wenn übrigens die durch v. Arthaber in der Lethaea (II. 1. Bd., 3. Lief., T. 84, Fig. 10) als *Myacites (Anodontophora) fassaensis* Wissm. sp. abgebildete Form den Typus der vielgenannten Art darstellt, haben unsere bisher unter diesem Namen laufenden Formen gar nichts mit ihr zu tun. Sie müssen dann als *Myacites fassaensis* v. Alb. non Wissm. ausgeschieden und neu benannt werden.

[2] 1872. Rüdersdorf und Umgegend. Abh. d. Preuß. Geol. Landesanstalt 1, S. 101, Fig. 4.

[3] Nach K. v. Fritsch (1906. Beiträge, S. 26) wären die Formen mit knotigen Rückenkanten doch als selbständig zu betrachten. Er bezeichnet die knotigen Formen des oberen Muschelkalkes als *N. (Monilifer) nodosus* v. Mstr. Ob von ihnen unsere Form des unteren Wellengebirges zu trennen ist, läßt sich an der Hand des einzigen vorliegenden Bruchstückes nicht entscheiden. Ich bezeichne das Vorkommen einstweilen als cf. *nodosus* v. Mstr. Die Knotenwülste unseres Stückes laufen übrigens von der Rückenkante schräg nach vorn gerichtet ein Stück weit auf die Flanken herab.

problematischen Gebilde[1]. Das einzige, am Hange über der Straße von Dornstetten nach Glatten (Bl. Rexingen) gefundene Stück zeigt, wie jene, rundlich schüsselförmige, flache, aber scharf umschriebene Vertiefungen von etwa demselben Umriß auf mehreren, durch je mehr als 1 cm Plattendicke getrennten Gesteinsflächen übereinander. In der Mitte sind die Gruben durch fadenförmig eingelagerte, also augenscheinlich als Ausfüllung eines kanalartigen Hohlraums zu deutende, grünlichgraue Tonsubstanz verbunden. Ich muß im Gegensatz zu H. PHILIPP, dessen Originale ich gesehen habe, jede Zugehörigkeit der hiesigen und dortigen, durch eine Reihe von Schichten hindurchwachsenden Bildungen zu irgend einer Organismengruppe für sehr unwahrscheinlich halten. Ihre Form, ihre kanalartige, dem seitlichen Nachbargestein fremde Stoffe führende Verbindung, die bei Predazzo beobachtete Durchdringung von nahe benachbarten „Individuen", alles scheint mir anzudeuten, daß man in ihnen Austrittsstellen von Gasblasen sehen könnte, die sich, entsprechend ihrem im tieferen, schon fester gesetzten Untergrunde wohl unverschiebbar festgesetzten Wege, auf der sie zur schlammig weichen Oberfläche des Meeresbodens aufstiegen, leicht längere Zeit an derselben Stelle halten konnten. Der leichte Stoß und Wasserwirbel, der mit dem Gasaustritt andauernd verbunden war, hätte dann die kleine, flach kraterförmige Unregelmäßigkeit in den sonst ungestört sich ablagernden Sedimentflächen zur Folge gehabt. Die Einschleppung fremder Gesteinselemente in den Austrittsweg der Gasblasen bedarf keiner weiteren Erklärung.

Im ganzen haben die Platten folgende Fossilarten ergeben:
cf. *‚Rhizocorallium' commune* SCHMID
Encrinus sp.
Cidaris grandaeva GOLDF.
Lingula sp.
Pecten (Entolium) discites v. SCHL. sp.
Prospondylus comtus v. SCHL. sp.
Lima lineata GOLDF.
— cf. *striata* v. ALB.
Gervilleia (Hoernesia) subglobosa CRED.
— — *socialis*, var. *funicularis* n. v.
Mytilus eduliformis v. SCHL. *forma praecursor* (FRECH)

[1] 1904. Paläontologisch-geologische Untersuchungen aus dem Gebiete von Predazzo. Diss. Heidelberg. S. 58—60, T. III, Fig. 1—5.

Myophoria laevigata v. Alb.
Pleuromya cf. *fassaensis* Wissm. sp.
Homomya sp. n. aff. *impressae* v. Alb.
Loxonema obsoletum v. Ziet. sp.
Nautilus (*Monilifer*) *dolomiticus* Quenst.
— — cf. *nodosus* v. Mstr.
Beneckeia Buchi (v. Alb.) Dunk.
Hungarites Strombecki Griep.
Wirbeltierreste.

Für den Habitus dieser Dolomitplatten sind die auf den Schichtflächen oft reichlich vorhandenen großen Bivalven, *Lima lineata, Pecten discites, Myophoria laevigata* und *Pleuromya* cf. *fassaensis* besonders bezeichnend. Im Hinblick darauf ist es nicht ohne Interesse, daß in Lothringen in der oberen, trochitenarmen Abteilung der Trochitenzone[1], die dem unteren Teil unserer Mergelzone entspricht, in manchen feinkörnigen, glimmerigen, bräunlichvioletten Sandsteinplatten, die schon durch die Art ihrer Spaltbarkeit an unsere feindsandigen Dolomite erinnern, dieselben großen Formen in ähnlicher Häufigkeit auf den Spaltflächen gefunden werden.

Lingula sp. kommt in vollständigen Exemplaren hie und da in den Dolomitplatten vor, niemals aber so reichlich, daß man von einer förmlichen *Lingula*-Bank sprechen könnte, wie sie F. Schalch vom unteren Neckar erwähnt[2]. Diese Bank liegt dort auch höher, als die vorzugsweise fossilführenden Dolomitplatten unseres Bezirkes, wenn sie ihnen auch petrographisch der Schilderung nach recht nahe steht.

c) Ganz allgemein lagert über der mächtigen Folge weicher, von Dolomitplatten nur sparsam durchschossener Mergel eine wieder an dolomitischen festen Bänken reichere Region, die ich als Zone der **rauhen Dolomite** zusammenfasse.

Ihr Hauptbestandteil ist ein etwa 1 m mächtiger Stoß bräunlicher, mehr oder weniger fester, unregelmäßig und rauhplattig, oft auch knollig-flaserig abgesonderter Dolomite von sandiger, oft poröser und drusiger Textur. Dieses Dolomitlager ist in den Aufschlüssen auch im Zustande starker Verwitterung leicht an seiner lebhaft gelbbraunen Farbe zu erkennen. Am gleichmäßigsten und festesten pflegt die oberste, bis etwa 10 cm starke Bank von hellerer Farbe und schimmernd kristallinischem Querbruch ausgebildet zu sein. Sie klüftet gern prismatisch und führt gelegentlich, so bei Glatten (Bl. Rexingen) und Egenhausen (Bl. Altensteig) geringfügige Ausscheidungen von Kupferverbindungen.

[1] Schumacher, nordöstl. Lothringen, Tab. 1.
[2] Mosbach, Rappenau, S. 537.

Fossilien sind in diesen Dolomitbänken nur selten und nicht immer deutlich erhalten. Ein unbedeutender, jetzt verschütteter Aufschluß am Ziegelbühl bei Freudenstadt ergab daraus einige ganz gut erhaltene Steinkerne von *Terebratula Ecki*. An mehreren Stellen, z. B. am Staufen bei Rohrdorf (Bl. Nagold), fanden sich ferner unter dem grünlichen Tonbesteg einer gelbgrauen, wulstigen Dolomitbank eine Menge kleiner Gastropoden, meist *Worthenia* zugehörend[1]. In der obersten festen Lage sind neben anderen, wenig deutlichen Fossilien am besten vereinzelte *Dentalium torquatum* erkennbar. Endlich fand ich am Westabhange der Eichenäcker nordwestlich von Dornstetten auf diesen Schichten lose ein nicht besonders gut erhaltenes Bruchstück eines großen, weitgenabelten *Ceratites*, den ich allenfalls auf *C. sondershusanus* K. Picard beziehen kann[2]. Das Gestein des Fundstückes entspricht recht gut dem der rauhen Dolmite und ist dem der am flachen Abhange höher hinauf noch folgenden Schichten jedenfalls viel weniger ähnlich.

Über den durch ihre gelbbraune Farbe auch an stark verwitterten Abhängen immer deutlich hervortretenden festeren Dolomitlagen, die eigentlich allein den Namen „rauhe Dolomite" verdienen, rechne ich dieser Zone noch ein im Höchstfalle 1 m mächtiges, manchmal auch geringer entwickeltes Lager heller, dolomitischer Mergel zu, die ganz den tiefer liegenden der eigentlichen Mergelzone gleichen. Sie umschließen in der Gegend von Nagold und Altensteig eine oder zwei Platten von hellgrauem, im Bruch schimmerndem Dolomit. In einem Hohlwege über den Stauchwiesen westlich Haiterbach (Bl. Altensteig) beginnen die sehr klaren Aufschlüsse mit einer 12 cm mächtigen, festen, hellgrauen, etwas löcherigen und lumachelleartig von undeutlichen Fossilien durchschwärmten Dolomitbank, die ebenfalls hierher gehört. Auch bei Freudenstadt und Aach sind diesen Mergeln wenigstens dünne Dolomitlagen eingeschaltet. Die oberste von ihnen zerfällt hier bei der Verwitterung sehr charakteristisch in dünne, braune, ziemlich harte Plättchen, die an den nackten Stellen der Hänge einen sehr leicht erkennbaren Hori-

[1] In Nord- und Mitteldeutschland sind solche auch petrographisch hervortretende Gastropodenbänkchen im Wellengebirge ziemlich häufig und besitzen manchmal einige Beständigkeit selbst auf größere Strecken. In Südwestdeutschland sind sie, wie auch Benecke betonte, nur sparsam entwickelt (s. auch unten S. 60). Um so mehr dürfte es lohnen, ihre Lage genau festzustellen und ihrer horizontalen Verbreitung nachzugehen.

[2] s. d. paläont. Anhang, No. 9. T. II, Fig. 9.

zont bilden. Bemerkenswerte Fossilien wurden in diesen obersten Lagen des unteren Wellengebirges bisher nicht beobachtet.

Als ein Äquivalent der Zone der rauhen Dolomite, genauer wohl, wie sich weiter unten noch wird zeigen lassen, der obersten Dolomitlage in ihnen, ist in der übrigen südwestdeutschen Trias am besten SCHALCH's Bleiglanzbank (π) der Eschachgegend gekennzeichnet, die, bis auf die Bleiglanzführung[1], sich vor allem von der oben erwähnten hellen Bank bei Haiterbach nicht unterscheiden läßt.

SCHALCH parallelisiert die Bank π[2] mit F. BROMBACH's „gelbbraunem, dickbankigem, etwas ruppigem, porösem, dolomitischem Mergelkalk“[3], der am südwestlichen Schwarzwald auch sonst noch (durch G. STEINMANN) als durch seine Farbe leicht kenntlicher Horizont beobachtet wurde. Da das entsprechende Profil bei BROMBACH ganz fragmentarisch ist (13 b), läßt sich diese Äquivalenz nach dem Gesamtverhalten der Schichtentwickelung nicht beweisen. Die petrographische Ähnlichkeit der betreffenden Schicht mit den eigentlichen rauhen Dolomiten unseres Profiles ist aber jedenfalls sehr auffallend. BROMBACH selbst vergleicht die braune Schicht mit einer 0,22 m starken Lage „sandigen, gelbbraunen Mergels“ an der Basis von SCHALCH's Profil 10 von Oberalpfen (1873), die mit Bleiglanz führenden Bänken vergesellschaftet ist. Es ist nach SCHALCH's neuem Übersichtsprofil der Trias am südöstlichen Schwarzwalde[4] jetzt sicher, daß diese letzteren Bleiglanzschichten, aus denen Trochiten nicht erwähnt werden, der Bleiglanzbank π der späteren Aufnahmen SCHALCH's entsprechen. (SCHALCH weist in der neuen Arbeit leider auf die älteren Profile in seiner Dissertation nicht nochmals ausdrücklich hin.) Danach erscheinen diese Parallelisierungen zwischen südwestlichem und südöstlichem Schwarzwald jetzt, nach der endgültigen Scheidung zwischen den beiden Bleiglanzhorizonten, durchaus annehmbar, und man kann weiterhin dann sehr wohl in BROMBACH's ruppigen, gelbbraunen Mergeln auch die Hauptbank der rauhen Dolomite der Freudenstädter Gegend wiedererkennen.

Auf diese Weise kommen die Profile am ganzen südlichen Schwarzwald mit denen unserer Gegend gut in Übereinstimmung. Es muß nur die bei BROMBACH unter der gelbbraunen Mergelbank angegebene Lücke und damit die Gesamtmächtigkeit seines „Wellendolomites“ wesentlich erweitert werden.

Leider kommen die von STRÜBIN beschriebenen Profile in der Nordschweiz für die Entscheidung dieser Fragen nicht in Betracht, da sie gerade in dieser Region eine nahe über den Crinoidenschichten beginnende Lücke von nicht bekannter Mächtigkeit besitzen.

Es ist schließlich von Interesse, daß SCHALCH in mehreren Profilen am

---

[1] Die Bleiglanzführung des unteren Wellengebirges, die weiter südlich in der ganzen Umgebung des Schwarzwaldes bis in die Nordschweiz eine nicht geringe Rolle spielt, scheint in diesem Abschnitt der Formation nicht bis in unsere Gegend vorzudringen. Ein Gehalt an Kupferverbindungen ist, wie wir sahen, im ganzen unteren Wellengebirge in bestimmten Bänken bei uns noch nachzuweisen, doch nimmt seine Stärke von unten nach oben stetig ab.

[2] Nachträge, S. 83.

[3] 1903, S. 447.

[4] Nachträge, T. IV.

unteren Neckar[1] in ähnlicher Lage, wie sie unsere rauhen Dolomite besitzen, unter den unverkennbaren Mergelschiefern mit *Beneckeia Buchi* ebenfalls braune, mehr oder weniger feste Dolomite erwähnt, die mit den Schichten mit *Terebratula Ecki* eng verbunden auftreten.

Die Gesamtmächtigkeit des unteren Wellengebirges unserer Gegend beträgt, wie aus dem vorstehenden hervorgeht, etwa 16 m. Bei Durlach ist sie ein wenig bedeutender (s. oben S. 28), während sie nach Süden zu ebenso unmerklich geringer wird. Bei Niedereschach beträgt sie noch 15 m[2]; das neue, schon zitierte Übersichtsprofil Schalch's gibt für den südöstlichen Schwarzwald als Mittel 13,5 m an. Die Abnahme geschieht, wie wir schon sahen, auf Kosten der Mergelzone, während die liegenden Dolomite, wenn die Crinoidenbank bei Freudenstadt und die Dentalien- oder Bleiglanzbank im Südosten genau parallelisiert werden dürfen, im Süden, und zwar bis in die Schweiz hinein, eher mächtiger sind, als bei Freudenstadt. Die außerordentliche Verminderung der Mächtigkeit des unteren Wellengebirgsabschnittes von Nord nach Süd, die bei Donaueschingen sogar bis zu dem Minimalwert von 3 m führen sollte[3], findet also nur in ganz geringem Maße statt. Auch in der Schweiz und am südwestlichen Schwarzwalde wird sich der Gesamtbetrag der Mächtigkeit wenigstens von dem am südöstlichen Schwarzwalde beobachteten vielleicht nicht wesentlich entfernen.

II. Mittleres Wellengebirge.

1. Untere Hälfte, bis unter das Hauptlager der *Terebratula vulgaris*.

Während das ganze mittlere Wellengebirge bei uns an Mächtigkeit den unteren und den oberen Abschnitt der Formation weit übertrifft, stehen seine beiden Unterabteilungen mit 13 resp. 15 m zwischen jenen beiden in der Mitte.

Die untere von ihnen, die Abteilung zwischen den beiden von Eck schon vor längerer Zeit am Schwarzwald nachgewiesenen Terebratelzonen[4], zerfällt, ähnlich wie das untere Wellengebirge, ungezwungen in drei petrographisch verschiedene Anteile, einen

[1] Mosbach, Rappenau; z. B. No. 7 und 8.

[2] Schalch 1897. Erläuterungen zu Blatt Königsfeld-Niedereschach, S. 43 und 45.

[3] H. v. Eck 1904, Centralblatt f. Min. etc. No. 16, S. 505, nach den Angaben der Autoren.

[4] 1880, Z. d. D. g. G. XXXII, S. 40 ff.

wenig mächtigen tiefsten aus zarten, hellen Mergeln, darauf die Hauptmasse aus dunkler graugelben, charakteristisch kleinknollig und stückig-bröcklig zerfallenden Dolomitschiefern, und eine wieder an Mächtigkeit zurücktretende, aber durch Einlagerung sehr beständiger, kompakter oder löcherig knolliger Dolomitplatten ausgezeichnete hangendste Abteilung.

a) Der erste Abschnitt beginnt mit einer Grenzschicht, die petrographisch leider nur in seltenen Fällen einmal als ein festes Bänkchen hervortritt. Paläontologisch ist sie um so besser gekennzeichnet als das **Hauptlager der *Terebratula Ecki.***

Wir haben diese so leicht kenntliche Brachiopode schon fast in den tiefsten Schichten des Wellengebirges angetroffen und fanden sie in verschiedenen anderen Lagen des unteren Wellengebirges auch weiterhin vertreten. Ebenso werden wir ihr auch in den nächsthöheren Lagen der Formation noch begegnen. Aber diese vereinzelten Funde sind nicht entfernt mit dem Reichtum ihres Vorkommens in dieser einen, nur wenige Zentimeter starken Schicht zu vergleichen, wo in festen Handstücken, die allerdings selten genug zu gewinnen sind, die Exemplare eng an- und übereinander gedrängt liegen, und an Stellen, wo die Schicht verwittert flach im Boden ausstreicht, Hunderte und Tausende von ihnen auf kleiner Fläche gesammelt werden können. So ist es wenigstens überall auf Blatt Freudenstadt, z. B. auf der viel abgesuchten, aber immer noch ergiebigen Fläche vor den Bierkellern am Ziegelbühl, nahe dem Freudenstädter Hauptbahnhof, dann vor allem in der Mergelgrube etwa 1100 m ostsüdöstlich Loßburg, oberhalb Schnaitertal, sowie auf der kahlen Fläche neben dem Feldwege auf dem Lerchenberg bei Dietersweiler. Außerhalb des Blattes wird nach Norden und Süden zu die Häufigkeit des Fossiles bald geringer. An Stelle der gleichmäßig von ihm wimmelnden Schicht treten mehr nesterweise Anreicherungen, und an nicht allzu günstigen Stellen hat man oft Mühe, nach Terebrateln den Horizont genau zu bestimmen. Überall aber kann man in Aufschlüssen seine Lage durch das konstante Verhältnis zu den petrographisch besser in die Augen fallenden Nachbarschichten aufs neue kontrollieren, und ich konnte die wichtige Grenzlinie, im Notfalle nach diesen sekundären Kennzeichen, bei der Kartierung bisher überall mit genügender Sicherheit bestimmen.

Auch in ferner liegenden Gebieten habe ich diese paläontologische Zone, deren Wichtigkeit vor allem durch die Untersuchungen Eck's in das rechte Licht

gesetzt wurde, in dieser Lage im Schichtverbande nach den weithin beständig bleibenden petrographischen Kennzeichen der Nachbarschichten zunächst aufsuchen und dann ihre Identität durch aufgefundene Terebrateln zweifellos beweisen können. So in dem oben schon erwähnten Profil im Grötzinger Eisenbahneinschnitt bei Durlach, etwa 60 km nördlich von Freudenstadt, wo sie in ganz ähnlichem Abstand über den rauhen Dolomiten liegt, wie in unserem Revier. Ebenso auch in dem fast ebensoweit von Freudenstadt nach Süden gelegenen Eschachgebiet des badischen östlichen Schwarzwaldes.

In dieser letzteren Gegend beschließt, wie wir oben sahen, F. Schalch seinen „Wellendolomit" mit der Bleiglanzbank π, die in den Aufschlüssen gewöhnlich ausgezeichnet hervortritt. Unter ihr erwähnt er sporadische Vorkommen von *Terebratula Ecki* (Schlüthsteige bei Niedereschach und andere Stellen[1]) und stellt dieselben dem Hauptvorkommen der Terebrateln bei Freudenstadt gleich[2]. Die wichtige Fossilschicht würde demnach hier unter einer Gesteinsbank liegen, die petrographisch, wie wir oben (S. 32) schon erörtert haben, den bei Freudenstadt von der Terebratelzone überlagerten Bänken außerordentlich nahe steht, während über den Terebrateln, wenigstens in unserem Gebiet, feste Gesteinslagen von ähnlichem Charakter zunächst nicht mehr vorkommen.

Bei näherem Zusehen dürfte aber auch diese Differenz der beiderseitigen Schichtenfolge verschwinden. Ich habe wenigstens bei einer Begehung der Aufschlüsse in der Umgebung von Niedereschach feststellen können, daß am Bubenholz unmittelbar über der Bleiglanzbank *Terebratula Ecki* gar nicht selten, wenn auch nur nesterweise, und zwar in der Erhaltung, wie bei Freudenstadt, zu finden ist.

Es scheint mir demnach ganz sicher, daß dieses von mir an der Eschach über Schalch's Bleiglanzbank aufgefundene Auftreten von *Ter. Ecki* ihrem Freudenstädter Hauptvorkommen entspricht. Nur enthält die bei Freudenstadt durch das Vorkommen der Terebrateln gleichmäßig gekennzeichnete Schicht diese Fossilien an der Eschach nur noch in einzelnen Nestern (ganz analog dem später zu besprechenden Auftreten von *Terebratula vulgaris*) und ist darum nur im günstigen Falle noch nachweisbar. Auch am unteren Neckar ist das Vorkommen von *Terebratula Ecki* in ihrem Hauptlager sehr schwankend. Während sie auf Blatt Mosbach allgemein gefunden wird, konnte sie Schalch auf Blatt Epfenbach überhaupt nicht mehr nachweisen[3]. Die Höhe der terebratelführenden Schicht über der Röthgrenze beträgt dort etwa 20 m, also nimmt die Mächtigkeit des unteren Wellengebirges über Durlach nach Norden noch weiter, aber zunächst nur ganz allmählich, zu.

Im nordöstlichen Deutsch-Lothringen findet sich *T. Ecki* selten etwa im Niveau der „unteren Myacitenbank", ca. 14 m über der Röthgrenze[4]. Man kann dieses Vorkommen wohl unbedenklich dem Freudenstädter Hauptlager des Fossiles an die Seite stellen.

---

[1] 1906. Nachträge, S. 82.

[2] Erläuterungen zu Blatt Königsfeld-Niedereschach, S. 47.

[3] 1898. Erläuterungen zu Bl. Epfenbach (Baden), S. 19.

[4] Schumacher, Nordöstl. Lothringen, Taf. 1.

An den reichsten Fundstellen kann man im Lager der *Ter. Ecki* auch einige andere, an Häufigkeit allerdings ganz zurücktretende Fossilien sammeln, so auf ihren Schalen aufgewachsene Exemplare von *Serpula* (*Spirorbis*) *valvata* und ausgezeichnete, zweischalig herauswitternde Stücke von *Terquemia decemcostata*. *Terebratula vulgaris*, die an dem klassischen Fundpunkt der Schicht in Lothringen mit *Ter. Ecki* zusammen vorkommt[1], ist bei uns in dem Lager noch nicht gefunden. Einen Meter höher wurde sie bei Rohrdorf (lose) in einem Exemplar angetroffen, das dem Gestein nach nicht gut aus wesentlich höheren Schichten stammen kann.

Der milde, tonige Charakter der dolomitischen Mergel, verbunden mit heller, fahlgrauer, auch ins Grünliche spielender Farbe, die uns beide durch den größten Teil des unteren Wellengebirges begleitet haben, hält nun auch über der Grenzschicht mit *Terebratula Ecki* noch für 1½—2 m Mächtigkeit an. Es ist das die bekannte, durch oft ungemeine Häufigkeit **kleiner**, „verrosteter" Exemplare von ***Beneckeia Buchi*** gekennzeichnete Schicht, die, im übrigen fossilarm, an denselben Fundplätzen beobachtet und ausgebeutet werden kann, wie die Lage mit *Ter. Ecki*. Der ergiebigste Fundplatz, den ich antraf, ist der Lerchenberg bei Dietersweiler (Bl. Freudenstadt). Die altbekannte Fundstätte am Ziegelbühl nahe dem Freudenstädter Hauptbahnhof ist stark abgesucht und neuerdings auch noch bepflanzt. Die Schicht kann wegen ihrer allgemeinen Verbreitung immer noch als das Hauptlager dieses Ammoniten bezeichnet werden, trotzdem sich die Art gerade im unteren Wellengebirge an günstigen Stellen so ziemlich ebenso reichlich und vor allem auch regelmäßig in ausgewachsenen Exemplaren vorfindet (s. oben S. 22). Der ganze von der Form im Schichtprofil unserer Gegend in einiger Häufigkeit eingenommene Abschnitt deckt sich ziemlich genau mit dem Vorkommen der *Terebratula Ecki*. Er begreift den größten Anteil des unteren Wellengebirges, anderseits aber auch, soweit bisher bekannt, wenigstens einige Meter über dem hier besprochenen Hauptlager. Dazu kommt ein vereinzeltes Vorkommen eines schönen Exemplares T. II Fig. 2) nahe der Zone der *Terebratula vulgaris* (s. unten S. 46) bei Gültlingen (Bl. Stammheim).

Diese Hauptverbreitung der *Beneckeia Buchi* stimmt mit dem, was wir sonst über das Vorkommen des häufigsten Am-

[1] Schumacher l. c. S. 129.

moniten des Wellengebirges in dessen tieferen Zonen wissen, recht gut überein. An den verschiedensten Stellen, bei Jena[1], Würzburg[2], Durlach[3] und in Lothringen[4], ist sein erstes Vorkommen ebenso tief, zum Teil noch tiefer hinabreichend festgestellt. Auch im Eschachgebiet hat ihn F. SCHALCH[5] unter seiner Bleiglanzbank π ziemlich häufig angetroffen. Demgegenüber muß es wohl als ein durch den Erhaltungszustand bedingter Zufall bezeichnet werden, daß am unteren Neckar die *Beneckeia* sich erst über der Bank mit *Terebratula Ecki*, deren Äquivalenz mit unserem Hauptlager dieser Form kaum zweifelhaft sein kann, einstellt[6]. Jedenfalls kann es nur lokale Bedeutung beanspruchen, wenn dort SCHALCH „mit dem Auftreten des *Ammonites Buchi* den Wellendolomit aufhören" läßt.

Dabei auf die Verhältnisse am südöstlichen Schwarzwalde Bezug zu nehmen, wo ebenfalls die Beneckeien erst über dem sogenanuten „Wellendolomit" erscheinen sollen, um dann durch einen bedeutenden, nach ihnen bezeichneten Abschnitt des Profiles hindurchzugehen, empfiehlt sich deshalb jetzt nicht mehr, weil die stratigraphische Gleichwertigkeit dieses Wellendolomites in den beiden maßgebenden Profilen[7] erneuter Kritik durch den Autor selbst nicht standgehalten hat.

Eine das Hauptlager der *Terebratula Ecki*, resp. die Oolithzone (Schaumkalk α und β) wesentlich übersteigende Verbreitung der *Beneckeia Buchi*, die zu dem oben erwähnten vereinzelten Vorkommen bei Gültlingen ein Gegenstück bilden würde, scheint auch in Nord- und Mitteldeutschland zu den Ausnahmen zu zählen[8].

b) Die nun folgende Region besitzt neben ihrer schon erwähnten, gleichmäßig graugelben Verwitterungsfarbe auch sonst auf mindestens 5 m einen recht einheitlichen Habitus. Es sind die wohl mit dem Namen „Wurstelbänke" bezeichneten Schichten, sandige, etwas glimmerige, fast schüttige, vielfach stückig und knollig zerfallende

---

[1] R. WAGNER 1897. Jena, S. 22 (Bk. d 1).

[2] F. v. SANDBERGER 1890. Übersicht der Versteinerungen der Triasformation Unterfrankens. Verh. Phys.-Med. Ges. Würzburg XXIII, S. 4.

[3] SANDBERGER 1864, S. 4.

[4] SCHUMACHER 1889, Tabelle II, 1.

[5] 1897. Erläuterungen zu Blatt Königsfeld-Niedereschach, S. 46.

[6] F. SCHALCH, Mosbach-Rappenau, S. 537.

[7] Die Schichten mit *Beneckeia Buchi* beginnen in Profil 3 und 10 bei SCHALCH, Beiträge, 1873, in verschiedener Höhe, nämlich über den beiden einander nicht entsprechenden Dentalienbänken.

[8] K. v. FRITSCH, 1906. Beitrag zur Kenntnis der Tierwelt der deutschen Trias, S. 82.

dolomitische Mergel, reich an wurstförmigen, kaum fingerstarken, unregelmäßig gekrümmten Bildungen, die dem sehr problematischen *Rhizocorallium commune* zugerechnet werden könnten.

Nach oben weicht der unregelmäßig knollige Habitus der eigentlichen „Wurstelbänke", ähnlich wie auch im Eschachgebiet[1], einem mehr schiefrigen, oft ganz fein- und ebenplattigen, der etwa 3 m mächtig entwickelt ist.

Neben den problematischen Wulstbildungen enthält diese ganze Schichtengruppe, vor allem die tiefere Abteilung, eine ziemlich reiche Fauna. Diese tiefere, knollige Zone neigt außerordentlich zur Ausbildung nackter, von tiefen Wasserrissen zerschnittener Halden, die z. B. in der Gegend von Dietersweiler und Aach (Bl. Freudenstadt) weithin an ihrer graugelben Farbe zu erkennen sind. Hier sind allenthalben mehr oder minder gut erhaltene Fossilien reichlich zu finden, und die Wellengebirgspetrefakten der älteren Sammlungen, vor allem der v. Alberti's (jetzt im K. Naturalienkabinett in Stuttgart), stammen zum großen Teil aus dieser Zone. Der Erhaltungszustand dieser Fossilien ist allerdings meistens nichts weniger als günstig. Vor allem ist, bei oft ganz befriedigender Konservierung der Einzelheiten der Skulptur, doch die Gesamtform gewöhnlich in einer Weise verzerrt, daß in einigen schwierigen Gruppen die Trennung der Arten auf die größten Schwierigkeiten stößt.

Häufige Formen dieser Fauna, nach denen man an günstigen Stellen nicht allzulange zu suchen braucht, sind vor allem: *Gervilleia socialis* var. *funicularis*, *Gerv. mytiloides*, *Lima lineata*, *Myophoria cardissoides*, dazu eine ganze Reihe der sogenannten „Myaciten": *Homomya Albertii*, *Althausi*, *impressa*, *Pleuromya anceps*, cf *fassaensis*[2] und andere. Von Gastropoden ist vor allem das große *Loxonema obsoletum*, daneben etwa noch *Pseudomurchisonia extracta* zu nennen.

Als weniger häufig, aber von besonderem Interesse sind dann noch einige andere Formen anzuführen. So *Terebratula Ecki* und *Beneckeia Buchi*, die, wie oben schon erwähnt, in tieferen Schichten des Abschnittes hie und da noch gefunden wurden, und von denen die erstere dort für unsere Gegend augenscheinlich die obere Grenze

[1] Schalch, Nachträge, S. 80.

[2] Die Formen dieser veränderlichen Gruppe sind hier etwas schlanker, als die tiefer vorkommenden (s. S. 29). Das wohlerhaltene, zweischalige Stück, das v. Alberti (Überblick T. III, Fig. 8) abbildet, stammt augenscheinlich aus der besprochenen Stufe (s. auch S. 60).

ihres Vorkommens erreicht. *Terebratula vulgaris* hat sich in vereinzelten Vorläufern ihres höher liegenden Hauptvorkommens, ähnlich wie in Lothringen[1], auch bei uns mit Sicherheit feststellen lassen. *Nautilus dolomiticus* ist vor allem in den höheren Lagen der Abteilung in großen, im Innern gern drusig-löcherigen Exemplaren ziemlich häufig zu finden.

Wichtig ist aber vor allem, daß aus diesen Schichten, und zwar etwa aus ihrer Mitte, 5 m über dem Hauptlager der *Terebratula Ecki*, alle von mir aufgefundenen Exemplare von ***Ceratites antecedens*** stammen, deren Horizont genauer bestimmt werden konnte. Es ist das etwa die Lage, der auch Eck fast alle ihm aus Württemberg bekannt gewordenen Stücke des wichtigen Fossiles zuweist[2].

Dieser Schwarzwälder Horizont des *Ceratites antecedens* liegt damit zwischen den Niveaus, in denen die Form in Mitteldeutschland mit Sicherheit beobachtet wurde, der Oolithzone (Schaumkalk α und β) und ihrer Umgebung[3] einerseits und den Terebratelbänken (Schaumkalk γ)[4], sowie bei Jena den Schichten ein Stück über diesen[5], ziemlich in der Mitte. Daß *Ceratites antecedens* auch bei uns gelegentlich wesentlich höher vorkommt, als in der bezeichneten Zone, ist nach einem durch Eck bei Rohrdorf gesammelten Exemplar zweifellos[6]. Daß aber auch dieses Exemplar wesentlich unter der Zone mit *Terebratula vulgaris* einzurangieren sei, hat Eck selbst später[7] ausdrücklich hervorgehoben. Da es wünschenswert erscheinen muß, daß ein für die stratigraphische Vergleichung so wichtiges Fossil vor allem auch in den Übersichtsdarstellungen seinen richtigen Platz erhält, muß darauf hingewiesen werden, daß sowohl in der schon erwähnten Tabelle II bei Schumacher, als auch in der Übersichtstafel der Lethaea (II, I, 1, zu S. 53) die schwäbischen Vorkommen in einer den Verhältnissen wenig entsprechenden Stellung untergebracht sind.

Die Ceratiten scheinen in ihrem Hauptlager in unserem Gebiet ziemlich gleichmäßig verteilt zu sein, wenigstens habe ich trotz sorgfältigen Suchens nur an einem der von mir festgestellten resp. nach älteren Angaben besuchten Fundorte (Klamm bei Salzstetten, Blatt Rexingen) ein zweites Stück erhalten können, das eine etwas größere Häufigkeit an dieser einen Örtlichkeit wahrscheinlich machen könnte. Ich führe daher die übrigen Fundstellen der 7 bei Gelegenheit der Aufnahmen aufgefundenen Exemplare hier nicht besonders an[8].

---

[1] Schumacher, Nordöstl. Lothringen, S. 127.

[2] s. oben S. 2, Anm. 4.

[3] K. v. Fritsch, 1882, Erläuterungen zu Blatt Teutschenthal (Preußen), S. 19.

[4] K. Picard, 1889. Zeitschr. d. D. geol. G. XLI, S. 637.

[5] R. Wagner, 1888. Zeitschr. d. D. geol. G. XL, S. 35.

[6] 1880. Zeitschr. d. D. geol. G. XXXII, S. 36 ff.

[7] 1885. Dies. Zeitschr. XXXVII, S. 467.

[8] Weiteres über *Cer. antecedens* s. den paläontologischen Anhang No. 8.

Ich möchte nun den *Ceratites antecedens*, ganz abgesehen von der weder bei uns, noch sonst in deutschen Triasgebieten schon endgültig entschiedenen Frage nach seiner gesamten Vertikalverbreitung, schon seiner Seltenheit wegen nicht für einen bestimmten engeren oder weiteren Abschnitt des schwäbischen Wellengebirges als namengebende Leitform verwenden, also auch die augenblicklich behandelte kleinere Schichtengruppe der „Wurstelbänke" nicht nach ihm benennen. Ein Leitfossil im strengen Sinne, das auch häufig genug wäre, besitzen wir bisher für diese Schichtengruppe nicht. Ich ziehe es vor, mit F. v. SANDBERGER[1] ***Homomya Albertii*** als Charakterfossil für die Abteilung zu wählen, eine große, auch in mangelhaftem Erhaltungszustande leicht kenntliche Form, die auch so häufig ist, daß man sie in jedem Aufschluß zu finden erwarten kann. Allerdings kommt sie auch außerhalb des betreffenden Schichtenabschnittes vor, aber so spärlich, daß sie hier in wenigen der Listen über südwestdeutsches Wellengebirge genannt wird, während sie in dem Abschnitt selbst kaum in einer von ihnen fehlt.

Die Bezeichnung der fraglichen Schichten nach *Myophoria cardissoides* als *Cardissoides*-Schichten, die F. SCHALCH für das einigermaßen benachbarte Eschachgebietvorgeschlagen hat[2], läßt sich auf unsere Gegend keinenfalls übertragen, da die genannte Bivalve, wie wir sahen (S. 21), bei uns schon sehr viel tiefer in ungezählter Menge anzutreffen ist.

In allen Aufschlüssen dieser Stufe fallen einige an Fossilien besonders reiche und auch durch das Vorwiegen bestimmter Formen noch besonders gekennzeichnete Lagen auf, die ziemlich weite Verbreitung zu haben scheinen. So liegt gleich über den Mergeln mit *Beneckeia Buchi* eine Schicht, die an großen Schalenexemplaren von *Gervilleia socialis* var. *funicularis* überaus reich ist. Nahe darüber führt eine Schicht *Lima lineata* in allen Größen in Menge. Wesentlich weiter oben wird neben der eben genannten *Gervilleia* die schlanke *G. mytiloides*[3] ziemlich häufig. Ich fand sie auch bei Niedereschach in den oberen Schichten der Serie, vor allem ganz oben, nahe unter der „Deckplatte", mit der SCHALCH[4] den nächsthöheren Abschnitt beginnen läßt. Bei Freudenstadt ist ein besonders hartplattiger Horizont dieser oberen Lagen vielfach reich an großen, durch gute Erhaltung ihrer merkwürdigen, gescheitelt

[1] 1890. Übersicht, S. 5. — STRÜBIN erwähnt ebenfalls *Panopaea Albertii* als eine der Hauptformen des entsprechenden Abschnittes in der nördlichen Schweiz.

[2] 1897. Erläuterungen zu Blatt Königsfeld-Niedereschach, S. 62.

[3] Im Sinne v. SEEBACH's (1862, Diss. Göttingen, S. 46).

[4] 1897. Erläut. Königsfeld-Niedereschach, S. 49.

radialen Schalenstruktur ausgezeichneten Exemplare von *Pecten discites* (T. I, Fig. 2).

Viel weniger beständig, als das durch diese Hauptbeispiele erläuterte schichtweise Vorwiegen bestimmter Fossilien ist das Vorkommen fester, oft sehr fossilreicher Dolomitplättchen. Am häufigsten fand ich noch, 1 bis 2 m über den *Beneckeia*-Mergeln, eine solche Platte, die auf ihrer Oberfläche mit kleinen, recht gut erhaltenen Schalenexemplaren von *Gervilleia socialis* var. *funicularis* ganz bedeckt ist[1]. Eine andere in ähnlicher Höhenlage ist von den schon aus tieferen Schichten erwähnten Pseudomorphosen (S. 23) völlig durchwachsen und durchspickt. Eine wesentlich höher, schon über dem Ceratitenniveau liegende führt reichlich *Gervilleia mytiloides*.

Diese Fossilienbänkchen und Pseudomorphosenplatten sind im allgemeinen für die Schichten mit *Homomya Albertii* ziemlich charakteristisch, auch werden aus anderen südwestdeutschen Gebieten Analoga dazu angeführt, die zum Teil auch ähnliche Niveaus innehalten. Sie lassen sich jedoch bei uns keineswegs mit wünschenswerter Deutlichkeit durch das ganze Gebiet verfolgen. Sie sind auch viel zu wenig auffallend, um in kleineren Aufschlüssen für eine eingehendere Horizontierung praktisch verwertbar zu sein. In der Gegend von Altensteig treten sie überhaupt ganz zurück. Für den genaueren Vergleich nahe benachbarter Profile sind sie aber gelegentlich recht gut zu verwenden.

Aufschlüsse in den Schichten der *Homomya Albertii* sind, da dieselben gern offene Halden von mäßiger Steilheit bilden, häufig und z. B. auf Blatt Freudenstadt am Forchenkopf (über dem Bahneinschnitt) und an den höheren Talhängen der Gegend von Aach schon von weitem an der Farbe der Hänge zu erkennen. Doch ist der Aufbau der Schichten mit allen Einzelheiten nur in den tiefen, diese kahlen Hänge durchfurchenden Wasserrissen zu studieren, so besonders in einer solchen Schlucht westlich Wälde (Bl. Alpirsbach), dann nördlich vom Westausgange des Eisenbahneinschnittes von Dornstetten (Bl. Freudenstadt), an mehreren Stellen der Umgebung von Glatten, in der sogenannten „Klamm" nordöstlich von Salzstetten (Bl. Rexingen) und am Maidelgrund, nordöstlich Holzbronn (Bl. Stammheim). Das vielbesuchte Profil des Silberberges bei Aach gibt gerade von diesen Schichten nur bei großer Aufmerksamkeit eine richtige Vorstellung, da infolge einer durch fingerstarke Gang-

[1] s. das T. I, Fig. 3 dargestellte Stück.

ausfüllung von unreinem Brauneisenstein angedeuteten Verwerfung ein mehr als 6 m mächtiger Abschnitt der Schichten zweimal erscheint, und so (wie auch in Eck's Profil[1]) das unrichtige Bild einer ganz abnormen Mächtigkeit der Abteilung entsteht.

Fossilienverzeichnis der Schichten mit *Homomya Albertii:*

cf. *„Rhizocorallium" commune* E. Schmid
Cidaris grandaeva Goldf.
Acroura aff. *coronaeformis* E. Picard
Serpula (Spirorbis) valvata Goldf.
Lingula sp.
Discina silesiaca Dunk.
— *discoides* v. Schl. sp.
Terebratula (Dielasma) Ecki Frantzen
— *(Coenothyris) vulgaris* v. Schl.
Terquemia complicata Goldf. sp.
— *decemcostata* Goldf. sp.
— *spondyloides* v. Schl. sp.
Placunopsis ostracina v. Schl. sp.
Lima lineata Goldf.
Pecten (Entolium) discites v. Schl. sp.
— *liscaviensis* Gieb.
— *(Pleuronectites) laevigatus* v. Schl. sp.
Pinna cf. *Ecki* E. Picard
Mytilus eduliformis v. Schl. sp. forma *praecursor* (Frech)
Lithophagus priscus Gieb.
Nucula Goldfussi v. Alb. sp.
Gervilleia mytiloides v. Schl.
Gervilleia cf. *Goldfussi* v. Stromb.
— *(Hoernesia) socialis* var. *funicularis* n. v.
— — *subglobosa* Cred.
Myophoria cardissoides v. Schl. sp.
— *curvirostris* v. Schl.
— *elegans* Dunk.
Homomya Albertii Voltz sp.
— *Althausi* v. Alb. sp.
— *impressa* v. Alb. sp.
— aff. *impressae*

[1] 1880, S. 41 u. 43.

Pleuromya anceps v. Schl. sp.
— cf. *fassaensis* Wissm. sp.[1]
Worthenia cf. *Hausmanni* Goldf. sp.
— cf. *elatior* E. Picard
Pseudomurchisonia extracta Berg. sp.
Omphaloptycha Kneri Gieb. sp.
— ex aff. *liscaviensis* Gieb. sp.
Loxonema obsoletum v. Ziet. sp.
Beneckeia Buchi v. Alb. sp.
Ceratites antecedens Beyr.
Nautilus (Monilifer) dolomiticus Quenst
Pseudopemphix Albertii v. Meyer sp.
Colobodus varius Gieb.
Mixosaurus atavus Quenst.

c. Nach Schalch bildet im Eschachgebiet das Dach seiner ‚*Cardissoides*'-Schichten eine starke, etwas sandige Dolomitbank, die er als Deckplatte bezeichnet, und die im nördlichen Abschnitt unseres Gebietes, in der Umgebung von Altensteig, ihr völliges Analogon findet. Da sich dort $1^1/_2$—2 m über ihr eine zweite, ganz ähnliche Platte einstellt, mit der außerdem die untere Hälfte des mittleren Wellengebirges hier allgemein ihr Ende erreicht, bezeichne ich dieses ganze letzte Glied der unteren Abteilung als **Region der Deckplatten.** Die beiden, je bis 25 cm mächtigen, meist etwas plattig zerfallenden Bänke treten in den Profilen sehr deutlich hervor und bestehen auch bei uns aus einem etwas sandigen, glimmerschuppigen, hell gelblichgrauen, feinkristallinisch schimmernden Dolomit. Auf angewittertem Querbruch zeigen sie, vor allem die wesentlich gleichmäßigere, vor allem auch mächtigere obere von ihnen, oft Diagonalschichtung. Dazu gesellt sich manchmal eine wulstig-faltige Oberfläche, der die innere Anordnung der feineren Schichtung sich anpaßt (Abhang südlich Egenhausen, Bl. Altensteig).

Nach Lager und Gesteinsbeschaffenheit entspricht diese in den meisten Aufschlüssen sehr auffallende obere Bank ganz der von Schalch als „Wulst-

[1] Außerdem kommen in diesen Schichten noch wenigstens drei kleinere „Myaciten" vor, die sich auf die bekannten Arten nicht beziehen lassen. Ich verzichte indessen vorläufig auf ihre Beschreibung und Abbildung, da mir noch zu wenig unverdrücktes Material von ihnen vorliegt. Auch Formen, die sich dem von Ahlburg aus oberschlesischem unterem Wellengebirge beschriebenen *Unicardium rectangulare* recht annähern, sind in diesen Schichten nicht selten.

bank" bezeichneten Dolomitplatte[1] des Eschachgebietes, die dort etwa 5 m über seiner „Deckplatte" auftritt. Von einer solchen Wulstbank in ähnlicher stratigraphischer Lage ist auch bei E. Strübin[2] die Rede. Überhaupt ist die Neigung zur Ausbildung stärkerer fester Bänke in dieser Region des Wellengebirges sowohl in die Nordschweiz, als auch an den Westabhang des Schwarzwaldes[3] zu verfolgen.

Den Zwischenraum zwischen den Deckplatten und einen noch $^1/_2$—1 m mächtigen Abschnitt über der oberen von ihnen erfüllen graue und gelbliche, zarte dolomitische Mergelschiefer und untergeordnete Dolomitlagen[4].

In der Freudenstädter Gegend ist die obere Deckplatte genau in der gleichen Art entwickelt, wie bei Altensteig (Diagonalschichtung z. B. im Dorfe Lombach). Die der Zone angehörigen Schichten unter ihr sind aber durch größere Mächtigkeit (bis über 4 m) ausgezeichnet. Dolomiteinlagerungen sind auch neben den beiden Hauptplatten häufig, zum Teil als sehr charakteristische, gleichmäßig starke aber löcherige und knollig-wulstige, auf dem Bruch drusige Bänke von 10—15 cm Stärke. Dazu kommt als sehr in die Augen fallende Abweichung, daß die untere der Deckplatten sich hier gern in Reihen flacher, brotlaibförmiger Linsen auflöst (z. B. am Westausgange des Eisenbahneinschnittes westlich vom Bahnhof Dornstetten). Oft treten auch in den Mergelmitteln massige, sackförmige oder ungeschickt ohrförmige Dolomitbildungen von Faust- bis Kopfgröße auf. Schließlich zeigt eine dünne Dolomittafel dieser Schichten wieder sehr gleichmäßige und zierlich ausgebildete Wellenfurchen (z. B. Schwarzhalde westlich Romsgrund, Bl. Freudenstadt, ferner an den hohen Fichten bei Beihingen, Bl. Altensteig, hier N 40° O streichend), die ganz den aus den liegenden Dolomiten erwähnten gleichen.

Mehrere dieser petrographischen Besonderheiten scheinen zusammen mit den hier allein im ganzen Wellengebirge dieser Gegenden sich zeigenden bedeutenderen Unterschieden in der Mächtigkeit auf kurze Entfernungen (2 m bei Altensteig, 4 m bei Freudenstadt und bis 5 m im Eschachgebiet) darauf zu deuten, daß diese Abteilung sich

[1] 1897. Erläut. Königsfeld-Niedereschach, S. 53.

[2] 1901. Tafeljura S. 11.

[3] F. Brombach 1903. S. 451.

[4] Es wird hier der Kürze wegen immer noch von Dolomit gesprochen, trotzdem sich durch Betupfen mit verdünnter Salzsäure feststellen läßt, daß mit dem Aufsteigen in die höheren Lagen des Wellengebirges im allgemeinen der Kalkgehalt der Schichten, wenn auch nicht gleichmäßig, sich steigert.

unter weniger gleichmäßigen und ruhigen Verhältnissen ablagerte, als das übrige Wellengebirge. Vielleicht bezeichnen diese Unregelmäßigkeiten einen Abschnitt der Sedimentation, in dem die an sich flachen Meere des Wellengebirges in diesen Gegenden eine besonders geringe Tiefe besaßen, ohne daß indes bis jetzt Spuren von völligem Trockenlaufen einzelner Stellen bekannt geworden wären.

Mergel sowohl als festere Bänke der Zone zeichnen sich durch große Fossilarmut aus. In jenen fand sich bisher einigermaßen verbreitet nur *‚Rhizocorallium' commune* und *Nautilus dolomiticus*. Dazu kommt ein vereinzeltes, halbwüchsiges, schön erhaltenes Exemplar von *Beneckeia Buchi*[1], das M. Bräuhäuser in meinem Beisein in einem unbedeutenden Aufschluß nördlich Gültlingen (Bl. Stammheim) unmittelbar unter dem deutlich darüber erschlossenen Hauptlager der *Terebratula vulgaris* vor kurzem auffand. Es verdient als das höchste bei uns bisher nachgewiesene Vorkommen der wichtigen Form besondere Beachtung.

Die Dolomitbänke ergaben neben *Pecten discites*, *Pleuromya* sp. und *Loxonema obsoletum* an einer Stelle (Abhang südlich Egenhausen) eine Menge kleiner, nicht sehr scharf erhaltener Bivalven, die sich ihrer unverdrückten Form nach nur auf *Myophoria orbicularis* beziehen lassen.

Myophoria orbicularis hat in Thüringen R. Wagner, wenn auch nicht ganz sicher, schon in viel tieferen Schichten festgestellt[2]; nach Frantzen[3] geht sie in der Gegend von Osnabrück gelegentlich bis zu den Oolithbänken (= unserem Hauptlager der *Ter. Ecki*) hinab. Sie kommt nach v. Seebach[4] im „Terebratulitenkalk" der Weimarer Gegend, also in einem dem hier besprochenen unmittelbar benachbarten Horizont, sehr häufig vor. Nach diesem Autor ist auch Giebel's in demselben Horizont (Schaumkalk γ) von Lieskau bei Halle sehr gemeine *Lucina plebeja* mit *Myophoria orbicularis* synonym. Ferner geben sie auch Pröschold und Frantzen aus den Terebratelbänken des fränkisch-thüringischen Wellenkalkes an, wie auch O. Grupe aus demselben Niveau im südlichen Hannover[5]. Mit dem Vorkommen von Lieskau hat das von Egenhausen in unserem Gebiet die geringe Größe der Exemplare (6—16 mm) gemein.

Es ist am Schlusse dieses Abschnittes der Ort, noch auf ein Profil hinzuweisen, das in einem einzigen, breit geöffneten Aufschluß (die blaue Wand) fast die ganzen bisher beschriebenen Horizonte

[1] s. T. II, Fig. 2 und Fig. 8a des Textes.

[2] 1897. Jena, S. 102.

[3] 1889. Unters. über die Gliederung des unteren Muschelkalkes im nordöstlichen Westfalen etc. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1888, S. 470.

[4] 1862. Die Conchylienfauna der Weimarer Trias. Diss. Göttingen, S. 70.

[5] l. c. S. 464.

des Wellengebirges mit ausgezeichneter Klarheit erschließt, wenn es auch bei seiner Steilheit so gut wie unzugänglich für genauere Betrachtung ist. Es befindet sich auf Bl. Rexingen, südwestlich von Glatten an dem von der Lauter kurz vor ihrem Einmünden in die Glatt bespülten Hange. Im unteren Teile des Absturzes fehlen nur die liegenden Dolomite, die sich hier schon unter dem Wasserniveau befinden. Doch sind sie wie zur Ergänzung mit dem größten Teile des Röthtones wenig bachaufwärts in einem zweiten, kleineren Absturz gut zu beobachten. Im obersten Abschnitt des größeren Aufschlusses sind noch die petrographisch auch von weitem hervortretenden, stets sicher orientierenden dunklen Tonschieferlagen der gleich zu schildernden Schichten mit *Terebratula vulgaris* zu erkennen.

2. **Obere Hälfte des mittleren Wellengebirges,** vom Hauptlager der *Terebratula vulgaris* bis unter die Mergel mit *Myophoria orbicularis.*

Der ganze Rest des mittleren Wellengebirges von etwa 15 m Mächtigkeit besteht im allgemeinen wieder aus milden dolomitischen Mergelschiefern, die aber stellenweis sehr reich werden an untergeordneten Bänkchen von festem Dolomit resp. dolomitischem Kalkstein. An Fossilien ist der ganze Abschnitt durchschnittlich arm. Nur *Lima lineata* (und var. *radiata*) kommt frei in den Mergeln einzeln und sogar pflasterförmig gehäuft auf den Flächen mancher Dolomitbänke reichlicher vor. Von dieser Regel machen allerdings zwei durch Fossilreichtum und charakteristische Arten gleich ausgezeichnete Horizonte eine Ausnahme.

a) Hauptlager der *Terebratula vulgaris.*

Gleich der unterste, zwei Meter mächtige Abschnitt der Schichtengruppe, der auch petrographisch scharf hervortritt, ist durch seine Fossilführung besonders bemerkenswert, das durch Eck in dieser Gegend zuerst nachgewiesene **Hauptlager der *Terebratula vulgaris*.** Es ist zurzeit besonders gut zu beobachten an der Weinhalde nördlich Haiterbach (Bl. Altensteig), in dem frischen Einschnitt der neuen Steige nach Beihingen. Es treten hier über den hellgrauen, dolomitischen Mergelschiefern der Deckplattenstufe die in verschiedenen südwestdeutschen Wellengebirgsgebieten aus diesem Niveau erwähnten feinblättrigen, schwärzlichen Tonschiefer auf, die durch etwa 2 m anhalten. Diese Schiefer behalten auch bei starker Verwitterung ihre dunkle Farbe mit großer

Hartnäckigkeit bei und können daher noch in den geringfügigsten Aufschlüssen in der ganzen Gegend von Freudenstadt bequem zu einer sicheren Bestimmung des Terebratelhorizontes verwendet werden. *Terebratula vulgaris* findet sich vereinzelt in diesen Schiefern, häufig aber in zwei die Schieferfolge meist einfassenden (Bahneinschnitt bei Dornstetten, Westseite), oder auch in sie etwas hineinrückenden (Haiterbach), in den gewöhnlichen Aufschlüssen mürben, leicht etwas knollig zerfallenden Bänken eines feinsandigen, porösen Dolomites von kräftig gelbbrauner oder graubrauner Farbe. Im frischen Zustande — so in dem erwähnten Bahneinschnitt — ist das Gestein hart und kristallinisch. Eine 5 cm starke untere Grenzlage der einen Bank stellt dort eine muschelreiche Lumachelle dar mit weißen, spätigen Schalenquerschnitten. In beiden Dolomitbänken findet sich *Terebratula vulgaris*[1] oft in großer Menge, aber in unregelmäßiger Verteilung, so daß man stellenweis Hunderte von wohlerhaltenen Exemplaren an einer Stelle sammeln kann (Belzloch bei Gültlingen, Bl. Stammheim), stellenweis so gut wie gar keine Ausbeute hat, trotzdem die Schalen wegen ihrer rötlichgrauen, von dem Gestein gut abstechenden Farbe leicht zu finden sind. Die Terebrateln sind in den höheren der beiden Dolomitbänke, wenigstens näher bei Freudenstadt, in etwas größerer Zahl vorhanden und gleichmäßiger verbreitet. Dieser Bank entspricht augenscheinlich die durch Schalch in der Eschachgegend 0,50—1 m über einer Zone dunkler Mergelschiefer angegebene Terebratellage[2].

Im nördlichen Anteil des Gebietes ist, wie durch Eck's ausführliche Mitteilungen[3] zuerst bekannt wurde, die viel seltenere *Terebratula (Waldheimia) angusta* var. *ostheimensis* mit *Ter. vulgaris* zusammen vorhanden, aber in mindestens ebenso ungleichmäßiger Verbreitung, wie diese. Am Fundorte Eck's, dem Staufenberge bei Rohrdorf (Bl. Nagold), ist sie zeitweilig ziemlich zahlreich gefunden. Zurzeit kommt die Form dort nur noch vereinzelt vor, ebenso wie an einigen anderen Stellen der näheren Umgebung, von denen der oben genannte Aufschluß bei Haiterbach bis jetzt der südlichste ist. Sehr häufig fand ich die interessante Form nur viel weiter nördlich, in dem erwähnten Belzloch bei Gültlingen, an der Stelle, wo auch *Ter. vulgaris* in ungewöhnlicher Häufigkeit

[1] s. den paläontol. Anhang No. 7.

[2] 1897. Erläut. Königsfeld-Niedereschach, S. 53.

[3] 1880, S. 38 ff.

auftritt. Ich habe die *Waldheimia* bis jetzt, wo ihr Lager gut zu beobachten war, nur in der unteren der beiden Dolomitlagen feststellen können.

Die noch eine wechselnde Anzahl dünnerer, bräunlicher Dolomitlagen einschließenden schwärzlichen Schiefer erscheinen in vielen Fällen fossilfrei. Und doch finden sich unter günstigen Umständen, wenn Gelegenheit ist, das frische Gestein paketweis aufzuspalten, manche Schichtflächen ganz bedeckt mit kleinen, sehr deutlichen, aber mürben und zerbrechlichen Schalenexemplaren von *Pecten discites*[1] und manchmal ebenso zahlreichen Steinkernen und Abdrücken von *Pseudocorbula gregaria*. Auch *Pecten liscaviensis*, den Giebel in den unserem Horizont entsprechenden berühmten Fossilschichten von Lieskau bei Halle aus der überwiegenden Menge von *P. discites* herausfand[2], ist in den dunklen Schiefern nicht selten.

Der beste Fundpunkt, den ich auf Blatt Freudenstadt für diese vergänglichen Fossilien der dunklen Schiefer auffand, ist ein kleiner Aufschluß auf der „Schande", 700 m ostnordöstlich von Loßburg. Gutes Material aus denselben Schichten enthält auch die Sammlung des Herrn Präsidenten v. Baur, jetzt im K. Naturalienkabinett in Stuttgart, und zwar u. a. von Salzstetten (Bl. Rexingen). Endlich ist die Schicht mit deutlichen Fossilien in dem schon erwähnten Hohlweg über den Stauchwiesen westlich Haiterbach gut aufgeschlossen, wie sie auch bei Wasserleitungsarbeiten in Haiterbach selbst ganz kürzlich günstig erhaltene Stücke geliefert hat.

Die Neigung zur Ausbildung dunkler, feinschichtiger Schiefer ist in dieser Zone in Südwestdeutschland ebenso verbreitet, wie neben dem Vorkommen der Terebrateln die Häufigkeit von *Pecten discites* und *Pseudocorbula gregaria*. So erwähnt Schalch[3] aus dem sehr instruktiven Profil von Oberalpfen nur eine einzige *Terebratula vulgaris* aus dem entsprechenden Niveau, deren Bedeutung aber durch die unmittelbare Nachbarschaft dunkler Mergelschiefer mit *Pecten discites* und *Pseudocorbula gregaria* völlig gesichert erscheint. In den Profilen F. Brombach's aus dem südwestlichen Schwarzwalde[4] ist ebenfalls *Ter. vulgaris* in dieser Region nur in zweifelhaften Exemplaren nachgewiesen. Es werden aber auch hier graue, blättrige Mergel aus der etwa entsprechenden Zone angeführt, die das Hauptlager des *Pecten discites* darstellen und durch reichliches Vorkommen von *Corbula gregaria* ganz besonders gekennzeichnet sind. Dunkel-

[1] s. No. 3 der paläontologischen Bemerkungen, Textfig. 3.

[2] 1856. Die Versteinerungen im Muschelkalk von Lieskau bei Halle, S. 20, T. II, Fig. 1. — s. auch No. 2 der paläontologischen Bemerkungen, Textfig. 2.

[3] 1873, Profil 10.

[4] 1903, bes. S. 450.

graue, harte, schiefrige Mergel erwähnt schließlich auch STRÜBIN[1] aus diesen Lagen vom linken Rheinufer zwischen Rheinfelden und Kaiseraugst in der Nordschweiz.

In der eng benachbarten Durlacher Gegend werden schon durch SANDBERGER[2] schwarze, dünnblättrige Schiefertone mit *Pecten discites* und *Terebratula vulgaris* als oberer Abschluß des Profiles im Hohenwettersbacher Hohlwege angegeben. Ich fand ihre Übereinstimmung mit unserer oberen Terebratelzone durch die allgemeinen Verhältnisse der Schichtenfolge durchaus bestätigt. Weiter nördlich, am unteren Neckar, hat SCHALCH[3] in entsprechender Lage (nach der später zu besprechenden Spiriferinenzone zu urteilen) zwar *Ter. vulgaris* nicht erwähnt. Aber dunkle, tonige, feinschiefrige Schichten werden in den Profilen besonders hervorgehoben, und am Mörtelstein-Tunnel (Prof. 8) stehen unter den dunklen Schiefern „wulstige Lagen eines fast überall gelbbraun bis ockergelb gefärbten, nur selten innen noch blaugrau erscheinenden, harten, kristallinen Dolomites oder dolomitischen Kalksteines", die in den petrographischen Charakteren sehr an unsere die Terebrateln führenden Dolomitbänke erinnern.

In Deutsch-Lothringen endlich ist die Terebratelzone ausgezeichnet entwickelt und führt *Terebratula vulgaris* in Menge. Sie besteht nach E. SCHUMACHER[4] aus körnigem, verwittert schwach gelblichgrauem bis bräunlichem, fast immer etwas schiefrigem Dolomit, meist mit Zwischenlagen von blättrigem Mergel. *Corbula gregaria* ist in den zwischenlagernden Mergeln oft massenhaft zu finden[5]. Wir können die untere Bank der ganzen dortigen Terebratelzone, die „Hauptterebratelbank" SCHUMACHER's, wohl unbedenklich mit unserer tieferen Terebratelschicht der Zone parallelisieren, weil mit beiden die so charakteristische Zone beginnt. Ob auch seine obere, schon 6 m höher liegende Terebratelbank der oberen terebratelführenden Dolomitbank bei uns entsprechen kann, ist viel weniger sicher. Es ist wohl besser, auf ein solches Parallelisieren im einzelnen in nicht ganz zweifellosen Fällen einstweilen zu verzichten. Jedenfalls überwiegt die Verbreitung der *Terebratula vulgaris* in jener Gegend alles sonst aus Südwestdeutschland bekannt Gewordene. Die Brachiopode ist schon in den untersten Lagen des Wellengebirges dort häufiger, als irgend sonst, erscheint dann wieder in den Schichten nahe unter ihrer Hauptzone, wo sie auch bei uns ganz vereinzelt vorkommt[6], schon regelmäßig, und sie verschwindet über der ausnahmsweise mächtigen Zone ihrer größten Häufigkeit nach oben später, als im übrigen Südwestdeutschland.

Aus der ganzen vorgehenden Zusammenstellung dürfte sich ergeben, wie gleichförmig dieser mittlere Leithorizont des gesamten Wellengebirges im südwestlichen Deutschland entwickelt ist. Er läßt sich jedenfalls an allen Punkten des Gebietes nach ausreichenden

---

[1] l. c. S. 10.
[2] 1864, S. 4, Schicht 1.
[3] 1892, Mosbach und Rappenau, Profil 8, No. 7, S. 526; Profil 9, No. 15, S. 529.
[4] 1889, S. 129 ff., Tabelle II, 1.
[5] l. c. S. 135.
[6] s. oben S. 40.

Merkmalen festlegen, auch wenn stellenweis das Leitfossil versagt. Ein um so größeres Interesse beansprucht daher die Frage, ob die Schicht mit der in Nord- und Mitteldeutschland so ausgezeichnet gekennzeichneten, ebenfalls das Hauptlager von *Terebratula vulgaris* bildenden Schaumkalkzone γ genau ident ist. Schon 1880 hatte Eck[1] mit gutem Grunde diese Identität recht wahrscheinlich gemacht, und bis jetzt sind begründete Einwendungen gegen diese für das gesamte Wellengebirge wichtigste Parallelisierung nicht gemacht worden.

Herr L. Henkel hat allerdings vor einiger Zeit in einer Notiz „Studien im süddeutschen Muschelkalk“[2] die Gleichaltrigkeit der „oberen Terebratelbank“ der Freudenstädter Gegend mit dem fränkisch-thüringischen *Terebratula*-Kalk in Zweifel gezogen, und es wäre jedenfalls von Interesse, wenn er auch seine Gründe für diese Ansicht veröffentlichen wollte. Gerade die Gegend um Main und Tauber, die in der betreffenden Mitteilung behandelt ist, möchte trotz des Auskeilens der festen Bänke in der Terebratelzone[3] recht geeignet sein, durch sorgfältiges Vergleichen der Profile die durch den Wechsel in der petrographischen Fazies verschleierten stratigraphischen Beziehungen, vor allem der Gleichaltrigkeit der Terebratelzone hüben und drüben, endgültig zu beweisen oder zu widerlegen.

Neben den *Terebratula*, *Pecten* und *Pseudocorbula* kommen in unserer Zone noch eine Reihe anderer Fossilien in leidlicher Erhaltung vor, von denen hier nur auf die ziemlich häufigen Reste von Wirbeltieren, vor allem von *Mixosaurus*, noch besonders hingewiesen sein soll.

---

[1] l. c. S. 54.

[2] 1904. Z. d. D. geol. Ges. LVI, S. 222, Anm.

[3] Das spezielle Beispiel, das Henkel für diese Erscheinung beibringt, scheint mir allerdings nicht glücklich gewählt. Henkel beschreibt in dieser Gegend, wo das Wellengebirge nach Sandberger und Schalch (1873, Tab. II) über 90 m mächtig ist, an der Straße von Hochhausen a. d. Tauber nach Eiersheim ein Profil von insgesamt 56 m Mächtigkeit, das die Obergrenze des Wellengebirges erreicht und unten „offenbar nur wenige Meter über der Basis des Muschelkalkes“ aufhört. An einer den Aufschluß zerschneidenden Verwerfung soll sich zunächst ein kleiner Teil des Profiles wiederholen. Es scheint mir aber, daß dort mit den Schichten gleich unter der richtig gedeuteten Spiriferinenzone Sandberger's die durch Wulstbänke gekennzeichneten Wellenkalkschichten zusammenstoßen, die schon wesentlich unter der von Henkel vermißten Terebratelzone stehen. Es würde sich also kein Teil des Wellengebirges wiederholen, sondern sogar eine Schichtenmächtigkeit von rund 30 m, die gesuchte Terebratelzone mitten darin, durch die Verwerfung abgeschnitten sein. Eine solche Erklärung des Profiles stünde dann auch mit den oben erwähnten Mächtigkeitsverhältnissen der Schichten besser in Einklang.

Fossilliste:

‚Rhizocorallium‘ commune E. Schmid (?)
Terebratula (Coenothyris) vulgaris v. Schl.
— *(Waldheimia) angusta* var. *ostheimensis* Proesch.
Lingula
Placunopsis ostracina v. Schl. sp.
Pecten (Entolium) discites v. Schl. sp.
— — *liscaviensis* Gieb.
— *(Pleuronectites) laevigatus* v. Schl. sp.
Prospondylus comtus v. Schl. sp.
Lima lineata v. Schl.
Gervilleia (Hoernesia) socialis var. *funicularis* n. v.
— n. sp. aff. *Goldfussi* v. Str.
Myophoria cardissoides v. Schl.
Tellina edentula Gieb.
Pseudocorbula gregaria v. Mstr. sp.
Homomya Albertii Voltz sp.
— *Althausi* v. Alb. sp.
Pleuromya sp.
Loxonema obsoletum v. Schl. sp.
Nautilus (Monilifer) dolomiticus Quenst.
Placodus
Ichthyosaurus (Mixosaurus) atavus Quenst.

b) Schichten zwischen der Terebratel- und der Spiriferinenzone.

Die über der Terebratelzone folgenden Schichten sind besonders günstig in einem mit steilen Wänden tief einschneidenden Hohlwege zu beobachten, nahe einer südlich Tumlingen am Abhange liegenden kleinen Kapelle (Bl. Rexingen). Dort, wie an anderen Stellen, zeichnen sich die tieferen Lagen (etwa 2 m mächtig) durch etwas blätterig tonige Beschaffenheit und dunklere Farbe aus, so daß man an Aufschlüssen mit mäßig starker Verwitterung manchmal im Zweifel sein kann, ob man nicht die dunklen Schiefer der Terebratelzone in ausnahmsweise starker Verwitterung vor sich hat. Infolge der tonigen Beschaffenheit können diese Teile des Schichtenprofiles, wie am Westabhange des Hohwiel bei Dornstetten, als untergeordneter Wasserhorizont sich bemerklich machen. Weiter oben sind die Farben wieder heller, fahlgrau und graugelb. Charakteristisch ist hier eine auffallend knollige, löcherige, noch in Bruchstücken gut wiederzuerkennende Dolomitbank von oft 15 cm Dicke, die

3 m oberhalb der oberen der Terebratelbänke lagert und in den Profilen, vor allem auf Bl. Altensteig, gut hervortritt.

Diese leicht kenntliche Einlagerung ist wohl identisch mit der von SCHALCH an der Eschach am Fahrenberge bei Fischbach[1] im Schichtverbande beobachteten „Knorzelbank", die genau in der Lage und in ganz ähnlichem Gesteinscharakter, wie bei uns z. B. bei Haiterbach, in der dortigen Gegend weit verbreitet ist. Sie würde auch in unserer Gegend als eine sekundäre Leitbank recht gut verwendbar sein, wenn nicht hier gelegentlich auch in einem oder gar zwei anderen Niveaus, z. B. in der Zone der Deckplatten bei Salzstetten (Bl. Rexingen), ähnliche Bildungen aufträten, mit denen sie verwechselt werden kann.

Über der knolligen Dolomitlage folgen noch 3—4 m helle, dolomitische Mergelschiefer, die nicht mehr besonders tonig, dafür aber nach oben mehr und mehr mit nicht allzu beständigen, meist ziemlich dünnen Dolomitbänken durchwachsen sind.

Paläontologisch ist der Abschnitt wenig charakteristisch, da er nur vereinzelt größere Formen, z. B. *Lima lineata* und *Nautilus dolomiticus* geliefert hat. Bemerkenswert ist nur, daß am Silberberge bei Aach auch *Terebratula vulgaris* noch reichlich 1 m über der Grenze der Hauptterebratelschicht angetroffen wurde.

c) Spiriferinenlager.

In einer Höhe von 6—7 m über der Terebratelschicht werden feste Dolomiteinlagerungen so häufig, daß sie den Mergelmitteln an Mächtigkeit fast gleichkommen. In dieser Region stellte E. FRAAS am Einfürst bei Breitenau (Bl. Alpirsbach) das Vorkommen von ***Spiriferina fragilis*** und ***hirsuta*** fest[2], und dieser wichtige Fossilhorizont hat sich durch das ganze hier behandelte Gebiet verfolgen lassen. Er hebt sich allerdings, im Gegensatz zu der auch petrographisch so ausgezeichneten Terebratelschicht, durch seine Gesteinsbeschaffenheit aus seiner Umgebung fast gar nicht heraus. Im allgemeinen sind die Dolomitlagen dieser Region ziemlich hart und feinkörnig, von Farbe graugelblich und bräunlich, auf Kluftflächen oft rostrot überflogen. Die Schichtflächen sind häufig mit sogenannten Kriechspuren und problematischen, griffelförmigen Wülsten ganz bedeckt und außerdem mit graugrüner Tonmasse überkleidet.

Die Spiriferinen finden sich am Einfürst 6,60 m über der Terebratelschicht; meine Messungen an einer Reihe anderer Stellen stimmen ziemlich genau mit diesen Angaben überein. Es scheint

---

[1] 1897. Erläut. Königsfeld-Niedereschach, S. 53.

[2] 1894. Begleitworte zu Atlasblatt Freudenstadt, S. 28 und 30.

indessen, daß die Fossile nicht überall auf eine Platte beschränkt sind, sondern auf mehreren, nahe benachbarten vorkommen können, die oft ein wenig krummschalig und auf der einen Seite sowohl von Wulstbildungen, als auch Fossilien völlig frei sind. Die andere Seite ist meist dicht bedeckt von mit der Schale erhaltenen Tierresten. Dieselben sind oft dick von etwas verhärtetem, grünlichem Ton verhüllt, lassen sich aber mit Nadel und Bürste recht gut herauspräparieren.

Die beiden Arten von *Spiriferina* kommen gewöhnlich miteinander vor, sind aber bisweilen recht selten. Die Individuen sind meist klein und erreichen nie das in anderen Gegenden, vor allem an *Spiriferina fragilis*, auch im Wellengebirge beobachtete Größenmaß. Die besten Platten ergab bis jetzt der Bahneinschnitt westlich Dornstetten auf Bl. Freudenstadt, wo sie am westlichen Ausgange auf beiden Seiten gegen 2 m über dem Bahnplanum anstehen.

Hier, wie an vielen anderen Stellen sind die Platten, auch wenn Spiriferinen einmal fehlen, durch eine recht charakteristische begleitende Fauna größerer Bivalven gekennzeichnet, in der vor allem *Terquemia complicata* außerordentlich häufig ist. Fast ebenso regelmäßig erscheint hier neben *Lima lineata* wieder die kleine, hoch und eng gerippte *Lima* cf. *striata*[1], der wir bereits im unteren Wellengebirge, z. B. in den Crinoidenschichten der liegenden Dolomite[2], begegnet sind. Seltener, aber sehr charakteristisch für diese Schichten ist eine ziemlich große, flachgewölbte, dünnschalige Bivalve mit feinen, etwas geschlängelten Rippen, die allem Anschein nach zu *Hinnites* oder *Prospondylus* gehört, sich aber von dem ebenfalls hier vorkommenden *Prosp. comtus* leicht unterscheidet.

Auf dem Querbruch der Platten ist von dem Fossilreichtum, der ihre Oberfläche bedeckt, meistens nichts zu erkennen, so daß sie nicht als Lumachelle auftreten, wie F. Schalch sie am südöstlichen Schwarzwald und auch am unteren Neckar entwickelt fand. Dagegen tritt in ihrem Innern oft ein petrographisches Kennzeichen

[1] Also ähnlich, wie bei Heidelberg, wo Benecke (B. u. Cohen, Heidelberg, S. 353) auf das gleichzeitige Auftreten beider Arten auf der Oberfläche der Spiriferinenbank besonders aufmerksam macht. Auch das vollständige Fehlen von Gastropoden ist für die Fauna der Spiriferinenschicht bei Freudenstadt und bei Heidelberg gleich auffallend.

[2] s. oben S. 14.

auf, das ich in unserer Gegend bis jetzt nur in dieser Zone häufiger beobachtet habe. Es besteht in platten, unregelmäßig verlaufenden, auch gegabelten Bändern graugrüner Tonmasse von bis 1 cm Breite, die das Gestein durchziehen. Es scheint sich um Ausfüllungen ursprünglich rundlicher Hohlräume zu handeln, so daß man an von Würmern bewohnte Kanäle denken könnte, etwa wie sie in der Ebbezone der heutigen Meere *Arenicola piscatorum* anlegt.

Ganz analoge Bildungen sind im reichsländischen Wellengebirge in der Hauptterebratelzone sehr häufig. E. SCHUMACHER bezeichnet sie[1] als „Stengelbildungen" und hält ihre organische Entstehung für wahrscheinlich. F. v. SANDBERGER fand ähnliches in verschiedenen Niveaus (etwa in der Mitte unseres unteren Wellengebirges und nahe unter der Hauptterebratelzone). Er sah darin „bis 0,3 m lange, breit- und spitzwinklig gabelspaltige Algen" und belegte sie mit dem Namen *Sphaerococcites distans*[2].

Über die Gleichaltrigkeit der Spiriferinenzone mit der vielbesprochenen, meistens auch durch petrographische Kennzeichen gut hervortretenden Spiriferinenbank im ganzen übrigen Südwestdeutschland (d. h. wohl einschließlich der „*Pentacrinus*-Bank" SCHUMACHER's im nordöstlichen Lothringen) können Zweifel kaum bestehen. Wenn sie auch in unserer Gegend petrographisch — wenigstens als einzelne Bank — nicht mit derselben Deutlichkeit hervortritt, so ist sie doch neben der stellenweise sehr großen Häufigkeit der beiden *Spiriferina*-Arten noch durch ihren Abstand von der oberen Terebratelschicht einerseits, und anderseits von der weiterhin zu besprechenden Obergrenze dieses ganzen Hauptabschnittes völlig ausreichend legitimiert. In sehr erwünschter Weise wird diese Äquivalenz aber noch bestätigt durch die auffallende Übereinstimmung ihrer sonstigen Fauna mit dem sowohl am unteren Neckar, wie oben erwähnt, als auch im Eschachgebiet[3] in diesem Horizont festgestellten Fossilgehalt. Vor allem ist die große, im Wellengebirge unserer Gegend hier allein so sehr hervortretende Häufigkeit von *Terquemia complicata* und auch *spondyloides* sehr charakteristisch. Von dem in Lothringen geradezu als Charakterfossil dieses Horizontes anzusehenden *Pentacrinus*, der sich am Main und in Thüringen dort mit den Spiriferinen zusammen findet[4], hat unser Spiriferinenlager allerdings noch keine Spur ergeben.

[1] z. B. Erl. zu Bl. Pfalzburg, S. 109.

[2] 1864, Karlsruhe-Durlach, S. 5, Anm.

[3] SCHALCH 1897, Erläut. Königsfeld-Niedereschach, S. 54 und 55.

[4] s. die sehr übersichtliche und reichhaltige Tabelle II SCHUMACHER's nordöstl. Lothringen), Reihe 6 und 7.

Im ganzen fanden sich bisher folgende Arten:
Spiriferina fragilis v. Schl.
— *hirsuta* v. Alb.
Encrinus sp.
Cidaris grandaeva Goldf.
Terquemia complicata v. Schl. sp.
— *spondyloides* v. Schl. sp.
Placunopsis ostracina v. Schl. sp.
Prospondylus comtus v. Schl. sp.
— (?) sp. n.
Lima lineata Goldf.
— cf. *striata* v. Schl.
Mytilus eduliformis v. Schl. *forma praecursor* (Frech)
Pseudocorbula gregaria v. Mstr. sp.
Nautilus (Monilifer) dolomiticus Quenst.
Fischschuppe
Placodus
Nothosaurus (Zahn)

d) Schichten zwischen der Spiriferinenzone und den *Orbicularis*-Mergeln.

Nur in einem einzigen Aufschluß, dem Einschnitt der alten Steige von Haiterbach nach Beihingen (Bl. Altensteig), sind die Schichten, mit denen das mittlere Wellengebirge abschließt, im Zusammenhange bequem zu übersehen und einigermaßen gut meßbar auch im einzelnen zu beobachten. Ihre Mächtigkeit beträgt dort im ganzen etwa 9 m, also einiges mehr, als in den nicht so deutlichen Aufschlüssen der Umgebung von Freudenstadt seinerzeit durch Schätzen gefunden wurde (s. das Übersichtsprofil bei S. 4).

Die unteren 5 m davon zeigen noch mit weichen, dolomitischen Mergelschiefern wechselnd harte dolomitische Kalkstein- und Dolomitplatten. Diese Einlagerungen erreichen 10 cm Stärke, sind zum großen Teil ebenflächig, von Farbe hell gelblichgrau mit rostgelben Kluftflächen. An diesen harten ebenen Platten erkennt man die Abteilung auch in der Steilwand des Bahneinschnittes bei Dornstetten, im östlichen Abschnitte, wo sie zwar sehr schön erschlossen, aber für nähere Betrachtung nicht zugänglich sind. An anderen Stellen, wo dieselben Schichten flach ausstreichen und stark verwittert sind, z. B. am Egenhäuser Kapf, südöstlich Egenhausen (Bl. Altensteig), zerfallen die festen Platten infolge zahlreicher sich kreuzender

senkrechter Klüfte in scharf prismatische, wetterbeständige Stücke von Nuß- bis Faustgröße. An manchen anderen Stellen, z. B. an der von Rohrdorf nach Walddorf (Bl. Altensteig) führenden Straße, zerfallen Dolomitlagen dieser Zone aber auch völlig in feine, ebene Plättchen, die mit dem schiefrigen Gestein des oberen Wellengebirges nicht geringe Ähnlichkeit besitzen. Im Einschnitt der Beihinger Steige bei Haiterbach sind neben den ebenen Platten — augenscheinlich als mehr lokale Ausbildung — auch ganz unregelmäßig anschwellende und sackförmig in die Nachbarschichten eindringende Dolomitlagen vorhanden. An Fossilien fanden sich bisher fast nur vereinzelte große *Lima lineata* (mit Einschluß von *radiata*) in dem Abschnitt. An der neuen Steige von Rohrdorf nach Mindersbach ist ein unbedeutendes, mürbes, etwas flaseriges Bänkchen von braungelbem Dolomit, das aber nicht auszuhalten scheint, von ziemlich kleinen Exemplaren von *Discina discoides* im Innern ganz durchschwärmt.

Den Beschluß bilden bei Haiterbach 4 m helle, mürbe Mergelschichten, in denen Dolomitplättchen fast ganz zurücktreten. Eine von diesen spärlichen Einlagerungen ist meist wieder von den schon mehrfach erwähnten Pseudomorphosen ganz durchwachsen. Ähnliches erwähnt E. Fraas aus der oberen Grenzregion der Zone in dem Profil am Einfürst bei Breitenau[1] (Bl. Alpirsbach). Da wo diese obersten Schichten flach ausgehen, verwittern sie zu einem tonigen Boden, auf dessen schwer durchlässiger Oberfläche sich Osteokollen bilden, wie auf den hellen, tonigen Mergeln des unteren Wellengebirges. Übrigens scheint die helle Farbe nur bei sehr starker Verwitterung allgemein in diesen Mergeln zu herrschen. An manchen Stellen, so am Wege von Salzstetten nach Altheim (Bl. Rexingen), kommen dazwischen noch blättrige Lagen heraus, die ziemlich hartnäckig eine schwärzlichgraue, an die Tonschiefer der Hauptterebratelzone erinnernde Färbung bewahren und in kleinen Aufschlüssen wohl Irrtümer veranlassen könnten, wenn nicht die nahe Nachbarschaft der charakteristischen Gesteine des oberen Wellengebirges Zweifel leicht beseitigen würden.

Daß diese Schichten, ursprünglich wohl in zusammenhängenden, dünnen Dolomitlagen, wieder etwas reichlicher Fossilien beherbergen können, lehrt eine Halde nordwestlich Dornstetten, südlich vom i des Wortes Eichenäcker der Karte, oberhalb der Chaussee, sowie eine

[1] 1894. Begleitworte zu Atlasblatt Freudenstadt, II. Aufl., S. 30.

zweite weiter oben, jenseits einer Verwerfung, südwestlich von der auf der Karte verzeichneten Lehmgrube (Bl. Freudenstadt). Hier enthält eine solche Lage zahlreich mittelgroße, kalkig erhaltene, frei herauswitternde Exemplare von *Pecten discites*, einer Art, die auch in anderen Gegenden Südwestdeutschlands in diesem Niveau stellenweise häufiger wird. Eine andere, etwas tiefer liegende Schicht ist ebendort reich an unverdrückten, aber etwas zerfressenen und übersinterten Steinkernen von *Gervilleia socialis*, die noch zu der Varietät *funicularis* gehören dürften.

III. Das obere Wellengebirge.

Die „Schichten mit *Myophoria orbicularis*".

Der obere Abschnitt des Wellengebirges, die Schichten mit *Myophoria orbicularis*, wie sie im Sinne von Eck in Südwestdeutschland vielfach bezeichnet werden, springen bei uns im Gelände meist mit gerundeter Wölbung ein wenig vor. Sie unterscheiden sich in Gestein und Fossilführung ganz auffallend von den bisher behandelten Schichten.

Schon die Grenze der zuletzt beschriebenen, milden, hellen Mergel gegen die nun folgenden plattigen Gesteine der *Orbicularis*-Zone ist recht scharf, wenn sie auch selten gut aufgeschlossen zu beobachten ist. Sehr gut erschlossen ist sie auf der schon erwähnten kahlen Fläche südwestlich am Egenhäuser Kapf, wo nacheinander über der vorigen Zone auch die ganzen *Orbicularis*-Schichten ausstreichen. Die Mächtigkeit der ganzen Zone übersteigt an dieser Stelle 9 m. Damit stimmt sehr gut der von Eck am Staufenberge bei Rohrdorf (Bl. Nagold) gefundene Betrag von 9,31 m[1], sowie der von 9 m, den E. Fraas am Einfürst bei Breitenau beobachtete[2]. In dem Profil am Silberberge bei Aach besitzt die Zone nach Eck[3] nur eine Mächtigkeit von 6,08 m. Es ist aber wahrscheinlich — auch nach dem Gelände zu urteilen —, daß an dieser nur sehr mangelhaft aufgeschlossenen Stelle ebenso, wie weiter unten in demselben Profil (s. S. 43), Verwerfungen im Spiele sind. Keiner der genannten Aufschlüsse gibt ein lückenloses Bild der Schichtenfolge des Abschnittes, aber sie ergänzen sich untereinander und mit einigen kleineren Anschnitten ausreichend, um durch Kombination eine

[1] 1880, S. 44.
[2] Begleitworte S. 30.
[3] l. c. S. 45.

Vorstellung von der ganzen Entwicklung mit allen Einzelheiten zu ermöglichen.

Die ganze Schichtenreihe des oberen Wellengebirges ist ausgesprochen mergelig und, im Gegensatz zu den übrigen Abteilungen der Formation in unserer Gegend, arm an dolomitischer Beimischung, die sich erst in der obersten, den Übergang zum mittleren Muschelkalk vermittelnden Region wieder einstellt.

a) Untere, plattige Mergelschichten.

Die Unterregion ist vorherrschend hellfarbig und ebenplattig entwickelt. So besteht die untere Grenzschicht am Egenhäuser Kapf ganz aus schiefrigen, ziemlich harten Platten, die an der Luft fast weiße Farbe angenommen haben. Die eigentliche Grenzschicht ist dort ausgezeichnet durch allenthalben über die Schichtflächen verstreute, hervorragende dunkle Körperchen, die sich bei näherer Betrachtung als wohlerhaltene Gehäuse der schon in tieferen Horizonten mehrfach aufgeführten *Serpula (Spirorbis) valvata* ausweisen. Die kleinen Röhren sind aber nicht, wie in jenen Fällen, in zierlicher, regelmäßiger Scheibenform aufgewachsen, sondern besitzen ganz unregelmäßig gedrehte und geknäuelte Form. In der oben schon erwähnten Lehmgrube an den Eichenäckern nordwestlich Dornstetten enthält dieselbe Schicht sogar bis faustgroße Knollen, die wie der Serpulit des nordwestdeutschen Malm ganz aus ineinander verknäuelten Röhren der kleinen Annelide bestehen.

Ein ganz gleiches Vorkommen hat F. Schalch von Blatt Villingen[1] am badischen Schwarzwalde angeführt, ohne seinen genaueren Horizont angeben zu können. Es ist daher wohl auch mit einiger Wahrscheinlichkeit an die Untergrenze der *Orbicularis*-Zone zu verweisen. Ähnliches erwähnt er an der zitierten Stelle auch von Schwaningen im oberen Wutachgebiet.

Etwa im gleichen Niveau liegen an den Eichenäckern harte, bis fingerstarke, ebene Platten, auf deren Oberfläche bräunlichviolette Exemplare von *Lingula* und deren Bruchstücke oft ziemlich reichlich verstreut sind.

Ein ziemlich ebenplattiger Charakter der hellfarbigen Mergel hält durch mehrere Meter der Schichtenfolge an. Eingeschaltet finden sich nur einige Bänke eines dunkleren, manchmal rostfleckigen, kleinstückig zerfallenden, fossilreichen Kalkes. Fast sämtliche in ihm vorkommenden Organismenreste erscheinen als Steinkerne aus hartem, bläulichgrauem Kalkstein. Sie sind gewöhnlich un-

[1] Erläuterungen dazu, S. 37.

verdrückt und oft an den tiefsten Stellen offener Halden, wo *Orbicularis*-Schichten zutage ausgehen, in Menge zu finden. Solche günstige Stellen sind auf Blatt Freudenstadt besonders die schon genannte Grube an den Eichenäckern nordwestlich Dornstetten, die südlich davon an der Chaussee gelegene Halde, der Silberberg bei Aach und der Viehberg bei Lombach. Weiter nördlich, in der Gegend von Nagold und Altensteig, ist die Menge und Mannigfaltigkeit der Fossilien etwas geringer. Jedoch lohnen auch dort Stellen, wie QUENSTEDT's alter Fundort dieser Fauna[1], die schon erwähnte Halde am Egenhäuser Kapf, das Sammeln.

In der Fauna stehen an Häufigkeit neben *Myophoria orbicularis* obenan *Gervilleia costata* (mit der Schale, oft mit radial Farbenstreifen), *Myophoria incurvata*[2], *Pleuromya* cf. *fassaensis*[3] und *Lima lineata* var. *radiata*. *Myophoria cardissoides*, die QUENSTEDT in diesen Schichten vermißte, ist zwar noch vorhanden, aber sehr vereinzelt. Dazu kommt eine ganze Reihe anderer Formen. Als Seltenheit wurden an den Eichenäckern auf einer *Lima* kleine, zu *Acroura* gehörende Ophiuren gefunden.

In diese Schichtabteilung gehört auch eine braungelbe, poröse Dolomitplatte, die auf der Oberfläche mit Gastropoden, vor allem *Pseudomurchisonia extracta*, ganz bedeckt ist. Sie erinnert an eine bei Mergentheim und Wiesloch in dieser Lage auftretende, Gastropoden führende Bank[4]. Ähnliches erwähnt auch SCHALCH aus dem Eschachgebiet[5].

Die Mächtigkeit der eigentlich fossilreichen Schichten der plattigen Unterabteilung des oberen Wellengebirges ist mir noch

---

[1] 1843. Flötzgebirge Württembergs, S. 47.

[2] Ich glaube ebenso wie R. WAGNER (1897, Muschelkalk bei Jena, S. 61), durch dessen Freundlichkeit mir auch thüringisches Vergleichsmaterial vorliegt, die weit verbreitete, kräftig gewölbte *Myophoria* dieses Horizontes aus der Gruppe der *vulgaris*, mit steil abfallendem Feld und hakenförmigem Wirbel, auf die durch v. SEEBACH (Göttinger gelehrte Anzeigen 1867, II, S. 383) genügend gekennzeichnete, wenn auch von ihm nicht abgebildete *Myophoria* der BERGER-schen Sammlung beziehen zu dürfen. Eine nicht sehr deutliche Abbildung nach einem nicht ganz vollständigen und wohl auch etwas verdrückten Exemplar vom Egenhäuser Kapf hat QUENSTEDT (als *M. vulgaris*) gegeben (1867, Petrefaktenkunde, II. Aufl., T. IV, Fig. 19).

[3] Die hier vorkommenden Formen aus dieser Verwandtschaft sind zierlicher und glatter, als die tiefer auftretenden; doch gelingt es selten ganz unverdrückte Exemplare zu finden. S. auch S. 29 und 39.

[4] BENECKE u. COHEN, Heidelberg, S. 359; — s. auch oben S. 32, Anm.

[5] Erläut. Königsfeld-Niedereschach, S. 56.

nicht genau bekannt, da der Fossilgehalt an den wenigen vollständigen, dabei aber nicht ausreichend verwitterten Aufschlüssen nicht deutlich genug hervortritt. Am Egenhäuser Kapf stehen jedenfalls kaum 3 m über der Basis der *Orbicularis*-Schichten schon gelbliche, gewöhnlich fossilarme Platten, die noch etwa 2 m anhalten. In ihnen vor allem kommen harte, im Bruch rostfleckige Lagen von 3—5 cm Stärke vor, deren Oberfläche von *Myophoria orbicularis* ganz bedeckt ist. Oft ist auch das Innere der Platten lumachelleartig ganz von den parallel geschichteten Schalen der Bivalve erfüllt. Hierher gehören ferner sehr eigenartige, erdige, rauchgraue Kalkplatten, die von einer Menge pustelartiger, weißer Ausscheidungen von Kalkspat ganz gesprenkelt und im Innern durchsetzt sind. Am besten ausgebildet fand ich sie in der Böschung zwischen den gabelnden Wegen südlich vom g von „Mgr." am Eisenbahneinschnitt von Dornstetten.

b) Wellige, bituminöse Schichten.

Die Oberhälfte der *Orbicularis*-Zone, also fast 5 m des Profils, wird endlich fast ganz von flaserigen, unregelmäßig welligen Kalkplättchen eingenommen, die manchmal in den Aufschlüssen zu klotzigen Bänken verbunden erscheinen und nur langsam zerfallen. Gewöhnlich aber verwittern die zwischen den Kalkplatten tonreichen Schichten ziemlich leicht zu einem lockeren, schüttigen Haufwerk. Die einzelnen Kalkplättchen selbst verwittern schwer, so daß sie im Ackerboden immer reichlich nachzuweisen sind. Sie riechen frisch gebrochen oder gerieben stark bituminös, sind auf den Bruchflächen dunkel rauchgrau bis braungrau, bleichen aber auf der Oberfläche stark aus.

An der Steige von Stammheim nach Gechingen (Bl. Stammheim) treten in dieser oberen Abteilung mehrfach schräg zur Schichtung klüftende, scharf begrenzte Lagen auf (wohl durch eine sekundäre Verschiebung des Gefüges durch Gebirgsdruck zu erklären), wie sie mir auch aus norddeutschem Wellengebirge von einigen Stellen bekannt ist.

Von Fossilien ist hier nur noch *Myophoria orbicularis* häufig. Sie findet sich gewöhnlich nur auf der Oberfläche härterer Platten, gelegentlich indes auch, besonders ganz oben in den Schichten (so am Staufenberg bei Rohrdorf), frei herausgewittert. Auf der Höhe am Belzloch nördlich Gültlingen (Bl. Stammheim) fand ich in diesem Niveau, in oder unter der Mitte des Abschnittes, auch eine

Platte mit ziemlich guten Abdrücken von *Gervilleia Goldfussi*. Das Vorkommen ist nicht ohne Interesse, da die Art auch in anderen Gegenden, z. B. in Lothringen[1], in diesen höheren Schichten des oberen Wellengebirges die tiefer vorkommende *Gerv. costata* ablöst.

Auch in dieser Abteilung sind noch andere Einlagerungen vorhanden, die im Gesteinscharakter abweichen. Zunächst verdient das Vorkommen von Bleiglanz Erwähnung. Er durchsetzt in blättrig kristallinen Partien von einigen Millimetern Durchmesser am Silberberge bei Aach[2] reichlich eine dunkelgraue, rostbraun gefleckte Lumachelle-Bank von einigen Zentimetern Stärke. Das Bänkchen dürfte etwa 2 m unter der Obergrenze der Formation liegen und scheint die höchstgelegene derartige Kalkeinlagerung zu sein. Genau war der Horizont nicht zu ermitteln. Bei Rohrdorf fand E. Stahlecker vor kurzem in einer ganz ähnlichen Bank auch die Schalen vereinzelter Fossilien ganz durch Bleiglanz ersetzt. In dem oben erwähnten Aufschluß bei Stammheim ist, 2,4 m unter der Obergrenze, eine ähnliche Bank eingeschaltet, in der ich Bleiglanz indes noch nicht gefunden habe. Am Egenhäuser Kapf zeichnet sich eine dunkle, feste Kalkeinlagerung der oberen Abteilung durch brecciösen, porös verwitternden Charakter aus.

Ferner sind auch in den bituminösen Mergeln noch mürbe, gelbbraune, poröse, grobkristalline Bänke vorhanden, die in etwas wulstigen, unregelmäßigen Lagen am Egenhäuser Kapf schon in der tieferen, schiefrig-mergeligen Abteilung erscheinen. Sie erinnern an mürbe, oft sandig zerfallende Dolomitbänke, die im oberen Wellengebirge Lothringens (schaumkalkreiche Zone) nach Schumacher (1889, S. 145) eine bedeutende Rolle spielen.

Den Beschluß des Ganzen macht allenthalben ein meist mindestens einen halben Meter mächtiges Lager eines gelblich rauchgrauen, ebenplattigen, tonigen, erdig brechenden Dolomites[3]. Stellenweise, so am nördlichen Ausgange von Dornstetten (schon auf Blatt Rexingen), zerfällt er an der Luft in dünne,

[1] Schumacher 1889; Nordöstl. Lothringen, S. 146.

[2] Zuerst auf einer gemeinsamen Exkursion festgestellt durch Herrn Dr H. Philipp.

[3] Solche feste Dolomitlagen an der oberen Grenze des Wellengebirges sind, wie schon Benecke hervorhebt (1881, B. u. Cohen, Heidelberg, S. 361), in Südwestdeutschland weit verbreitet. Wenn sie in manchen Profilen nicht erwähnt werden, rührt das wohl zum Teil daher, daß sie schon dem mittleren Muschelkalk zugewiesen wurden, zu dessen Gesteinscharakter sie in gewisser Weise überleiten.

ausbleichende, ebene Scherben. In diesen dünnen Platten kamen bei Dornstetten schön ausgebildete, horizontal gerichtete Stylolithen vor, die sich infolge eines schwärzlichen Überzuges scharf von dem hellen Gestein abheben. Sie scheinen gerade in diesem Niveau des Wellengebirges weiter verbreitet zu sein. So erwähnt schon v. Alberti[1] Stylolith aus dem obersten Wellenkalk unmittelbar unter der Anhydritgruppe im Schachte 1 in Friedrichshall. An anderen Stellen, so nördlich Haiterbach (Bl. Altensteig), sind diese obersten dolomitischen Schichten reich an bis nußgroßen, von kleinen Kristallen ausgekleideten Hohlräumen, ähnlich wie sie W. Benecke von Lembach im nördlichen Elsaß beschreibt[2].

Über den beschriebenen plattigen Dolomiten folgen grobgeschichtete, graugelbe Dolomite des mittleren Muschelkalkes, in denen an den meisten Stellen sich auch die für diese Schichten so charakteristische Zellenbildung gleich einstellt.

Es ergibt sich aus dem vorstehenden, daß die *Orbicularis*-Schichten auch in unserer Gegend eine Gliederung in mehrere, gut gekennzeichnete und weithin gleichmäßig entwickelte Abschnitte zulassen. Ihre genauere Kenntnis weist allerdings, da es an guten Aufschlüssen recht fehlt, noch Lücken auf. Vor allem ist über die vertikale und horizontale Verbreitung der oben gekennzeichneten Einlagerungen in die Mergelmasse noch zu wenig Sicheres bekannt. Es scheint aber, daß auch hier eine gewisse Gleichmäßigkeit auf größere Entfernungen vorhanden ist.

An diese Einlagerungen knüpft sich ein besonderes Interesse. Denn es ist zwar noch nicht gelungen, die noch in der Maingegend und in Lothringen voll entwickelten und am unteren Neckar, sowie bei Durlach wenigstens zum Teil noch erkennbaren Äquivalente des mitteldeutschen Schaumkalkes mit Sicherheit auch in unserer Gegend in ähnlicher Ausbildung nachzuweisen. Doch ist bei uns eine gewisse Ähnlichkeit der dunklen, rostfleckigen Kalkbänke in und über der Mitte der Abteilung wenigstens mit den „Pflastersteinbänken“ der Heidelberger Gegend[3], die Schumacher wohl mit Recht als Äquivalent der obersten Schaumkalkbank Thüringens ansieht[4], nach der Beschreibung vorhanden.

Dazu kommt ferner, daß die Fauna der untersten, fossil-

[1] 1864. Überblick über die Trias, S. 7.
[2] Reichsland, S. 584.
[3] Benecke u. Cohen, Heidelberg, S. 369.
[4] 1889, S. 171.

reichen Lagen unseres Gebietes sich ganz den viel reicheren Faunen des Schaumkalkes der Maingegend[1] und Thüringens[2] anlehnt. Es ist also schon aus paläontologischen Gründen anzunehmen, daß ein gewisser Abschnitt unserer sogenannten *Orbicularis*-Schichten das Äquivalent der Schaumkalkzone *δ* in Thüringen und Franken darstellt. Die weitere Frage, wo man dann zwischen diesem Äquivalent der Schaumkalkzone und einer hangenden Gruppe eigentlicher *Orbicularis*-Mergel die Grenze ziehen kann, läßt sich noch nicht mit genügender Sicherheit beantworten. Wenn man mit SCHUMACHER den Heidelberger Pflasterstein in die Schaumkalkzone einrechnet, überwiegt damit in der Regel am unteren Neckar in den Profilen die Schaumkalkzone an Mächtigkeit die eigentlichen *Orbicularis*-Schichten[3], und dieses Verhältnis entspricht dem in Nord- und Mitteldeutschland, wo es manchmal sogar Schwierigkeiten macht, überhaupt oberhalb der Schaumkalkzone noch Mergel mit *Myophoria orbicularis* besonders auszuscheiden.

Es liegt demnach ziemlich nahe, auch bei uns den ganzen Abschnitt, soweit die festen, an die Pflastersteine bei Heidelberg erinnernden Einlagerungen reichen, also bis zu der Bleiglanz führenden Bank, etwas mehr als 2 m unter der Oberkante, im allgemeinen mit der „schaumkalkreichen Zone", wie sie SCHUMACHER in Lothringen bezeichnet, in Parallele zu stellen. Eine speziellere Vergleichung bestimmter Bänke ist, wegen der bedeutenden Entfernungen zwischen den einzelnen Gebieten, vielleicht niemals möglich, wenn nicht noch paläontologische oder auch petrographische Sonderkennzeichen aufgefunden werden. Interessant ist immerhin die Tatsache, daß gerade in der obersten Grenzbank der schaumkalkreichen Zone im nordöstlichen Lothringen ebenfalls zuweilen Bleiglanz zu finden ist.

Ob weiter südlich am Schwarzwald die paläontologischen und petrographischen Kennzeichen, die bei Freudenstadt eben noch eine Anlehnung an die Entwickelung weiter im Norden in diesem Abschnitt gestatten, ganz undeutlich werden, muß wohl noch genauer festgestellt werden. In der Nordschweiz scheinen die Verhältnisse infolge des Tiefergreifens der petrographischen Fazies der *Orbicularis*-Mergel schwieriger zu deuten zu sein. E. STRÜBIN rechnet[4] bei Rheinfelden von einem im ganzen nur 41 m mächtigen Wellen-

[1] F. v. SANDBERGER, 1890; S. 12.
[2] R. WAGNER, 1898; S. 60—62.
[3] SCHUMACHER l. c. Tab. II, Abt. 5.
[4] 1901, S. 10.

gebirgsprofil nicht weniger als 15 m zu den *Orbicularis*-Schichten. Die Unterkante des Abschnittes liegt nur 2 m über der Spiriferinenbank, die ausgezeichnet entwickelt ist. Es kann daher kaum zweifelhaft sein, daß die dortige *Orbicularis*-Zone zeitlich einen wesentlich größeren Anteil des Wellengebirges darstellt, als bei Freudenstadt.

In dem neben S. 4 stehenden, den Erläuterungen zu Blatt Freudenstadt entnommenen Gesamtprofil des Wellengebirges sind die zuletzt erörterten, doch immerhin noch näher zu prüfenden Äquivalenzverhältnisse noch nicht berücksichtigt. Ich beschränke mich in demselben auf die Scheidung der beiden petrographisch verschiedenen, in allen besseren Aufschlüssen deutlichen Abteilungen des oberen Wellengebirges, von denen auch die vorliegende Besprechung des Abschnittes ausgegangen ist.

Fossilverzeichnis:

Lingula
Acroura sp.
Serpula (*Spirorbis*) *valvata* Goldf.
Pecten (*Entolium*) *discites* v. Schl. sp.
Lima striata v. Alb.
— *lineata* Goldf. u. var. *radiata*
Myoconcha Goldfussi Dkr. sp.
— cf. *gastrochaena* Gieb. sp.
Lithophagus priscus Gieb.
Gervilleia costata Quenst.
— *Goldfussi* v. Stromb.
Myophoria incurvata v. Seeb.
— *orbicularis* Br.
— *cardissoides* v. Schl.
Pleuromya cf. *fassaensis* Wissm. sp.
Homomya Albertii Voltz
Pseudomurchisonia cf. *extracta* Berg. sp.

Gesamtverzeichnis der Fossilien:

In dem nachstehenden Verzeichnis sind
nur einmal aufgefundene Formen mit . . . . . |
mehrfach vorkommende mit . . . . . +
besonders häufige mit . . . . . ×
bezeichnet.

Die Abkürzungen der Schichtenabteilungen bedeuten:

o. O.:	obere Hälfte der *Orbicularis*-Schichten	mu3
u. O.:	untere „ „ „ „	
Sp.-O.:	Schichten zwischen Spiriferinenlager und *Orbicularis*-Schichten	mu2
Sp.:	Spiriferinenlager	
T.-Sp.:	Sch. zw. *Terebratula vulgaris* und Spiriferinenlager	
T.:	Hauptlager der *Terebratula vulgaris*	
D. P.:	Region der Deckplatten	
A.:	„ „ *Homomya Albertii*	
E. u. B.:	„ „ *Ter. Ecki* und kleinen *Beneckeia Buchi*	
R. D.:	Rauhe Dolomite	mu1
D.:	Dentalienplatten der Mergelschichten	
P. D.:	Plattige Dolomite der Mergelschichten	
M.:	Mergelregion des unteren Wellengebirges	
L. D.:	Liegende Dolomite	

In den „Bemerkungen“ bedeutet ein der Seitenzahl vorangesetztes

P: paläontologische Notiz, eine Nummer das Kapitel des Anhanges,

V: besondere Angaben über das Vorkommen der Form.

No.	Name des Fossils
1	cf. ‚*Rhizocorallium*' *commune* SCHMID
2	*Rhizocorallium jenense* ZENKER
3	*Thamnastraea* cf. *silesiaca* ECK
4	*Encrinus* sp.
5	*Pentacrinus dubius* BEYR.
6	*Cidaris grandaeva* GOLDF.
7	*Acroura* aff. *coronaeformis* E. PICARD
8	— sp.
9	— sp.?
10	*Serpula (Spirorbis) valvata* GOLDF.
11	*Lingula*,
12	*Terebratula (Dielasma) Ecki* FRANTZEN.
13	— *(Coenothyris) vulgaris* v. SCHL.
14	— *(Waldheimia) angusta*, var. *ostheimensis* PROESCH.
15	*Spiriferina fragilis* v. BUCH
16	— *hirsuta* v. ALB.
17	*Discina discoides* v. SCHL. sp.
18	— *silesiaca* DUNK.
19	*Placunopsis ostracina* v. SCHL. sp.
20	*Terquemia complicata* GOLDF. sp.
21	— *decemcostata* GOLDF. sp.
22	— *(Prospondylus?) spondyloides* v. SCHL. sp.
23	*Lima striata* v. SCHL. sp.
24	— cf. *striata* v. SCHL. sp.
25	— *lineata* v. SCHL. sp. (inclus. *L. radiata* GOLDF.)
26	— *(Plagiostoma) subpunctata* D'ORB. (= *Beyrichi* ECK)
27	*Prospondylus comtus* v. SCHL. sp.
28	— n. sp.?
29	*Pecten (Entolium) discites* v. SCHL. sp.
30	— — (?) *liscaviensis* GIEB.
31	— *(Streblopteria) latestriatus* PHIL.
32	— *(Pleuronectites) laevigatus* v. SCHL. sp.
33	*Gervilleia costata* QUENST.
34	— *Goldfussi* v. STR.
35	— cf. *Goldfussi*.

No.	mu_1					mu_2 a			mu_2 b				mu_3		Bemerkungen
	L.D.	M.	P.D.	D.	R.D.	E.u.B.	A.	D.P.	T.	T.—Sp.	Sp.	Sp.—O.	u.O.	o.O.	
1	·	·	+	·	·	·	+	+	+	·	·	·	·	·	P. 29, 89.
2	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	V. 19, 20.
3	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	T. I, Fig. 1, No. 1.
4	×	+	+	+	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	P. 13, V. 16—18.
5	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
6	+	·	+	·	·	·	+	·	·	·	+	·	·	·	
7	·	·	·	·	·	·		·	·	·	·	·	·	·	T. II, Fig. 10, No. 11.
8	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	P. No. 11, Anm.
9	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	P. 15.
10	·	+	·	·	·	+	+	·	·	·	·	·	×	·	P. 59.
11	×	·	+	+	·	·	+	·	+	·	·	·	×	·	V. 8, 31, 59.
12	+	·	+	·	+	×	+	·	·	·	·	·	·	·	T. I. Fig. 8—16, No. 6, P. 14, V. 14, 20, 35—39.
13	?	·	·	·	·		+	·	×	+	·	·	·	·	T. I, Fig. 17—24, No. 7, V. 14, 40, 48—51, 53.
14	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	V. 48, 49.
15		·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	V. 14, 53, 54.
16	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	V. 53, 54.
17	+	+	·	·	·	·	+	·	·	·	·	+	·	·	V. 57.
18	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	
19	·	+	·	·	·	·	+	·	+	·	+	·	·	·	
20	+	+	·	·	·	·	+	·	·	·	+	·	·	·	
21	+	+	·	+	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	
22	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	+	·	·	·	
23	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	
24	+	+	+	+	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	P. 14.
25	+	+	+	+	·	+	+	·	+	+	+	+	+	·	V. 41.
26	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
27	+	+	+	·	·	·	·	·	+	·	+	·	·	·	
28	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	P. 54.
29	+	+	+	+	·	·	+	+	×	·	·	+	+	·	T. I, Fig. 2, No. 3, Textf. 3, V. 42, 49, 50, 58.
30	·	·	·	·	·	·	+	·	+	·	·	·	·	·	No. 2, Textf. 2, V. 49.
31	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	P. 15.
32	—	·	·	+	·	·	+	·	+	·	·	·	·	·	
33	·		·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	V. 20, 60.
34	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	V. 62.
35	·	·	·		·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	

No.	Name des Fossils
36	*Gervilleia mytiloides* v. SCHL.
37	— *(Hoernesia) socialis* var. *funicularis* n. v.
38	— — *subglobosa* CREDN.
39	*Lithophagus priscus* GIEB.
40	*Mytilus eduliformis* v. SCHL. forma *praecursor* (FRECH)
41	*Modiola hirudiniformis* v. SCHAUR. (= *Credneri* DUNK.)
42	*Myoconcha gastrochaena* GIEB. sp.
43	— *Goldfussi* DUNK. sp.
44	*Pinna* cf. *Ecki* E. PICARD
45	*Macrodon Beyrichi* v. STROMB. sp.
46	*Nucula Goldfussi* v. ALB.
47	*Leda(?) excavata* GOLDF. sp.
48	*Myophoria laevigata* v. ALB.
49	— *cardissoides* v. SCHL. sp.
50	— *orbicularis* BR.
51	— *vulgaris* BR.
52	— *incurvata* v. SEEB.
53	— *elegans* DUNK.
54	— *curvirostris* v. SCHL. (= *aculeata* HASS.)
55	*Cypricardia* cf. *Escheri* GIEB. sp.
56	*Tellina edentula* GIEB.
57	*Homomya Albertii* VOLTZ
58	— *Althausi* v. ALB. sp.
59	— *impressa* v. ALB. sp.
60	— n. sp. aff. *impressae.*
61	*Pleuromya anceps* v. SCHL. sp.
62	— cf. *fassaensis* WISSM.(?)
63	*Pseudocorbula gregaria* v. MSTR. sp.
64	*Dentalium (Entalis) torquatum* v. SCHL.
65	*Worthenia Hausmanni* GOLDF. sp.
66	— cf. *elatior* E. PIC.
67	cf. *Fritschia multicostata* E. PIC.
68	cf. *Neritaria prior* E. PIC.
69	*Pseudomurchisonia extracta* BERG. sp.
70	*Omphaloptycha Kneri* GIEB. sp.
71	— cf. *liscaviensis* GIEB. sp.
72	— cf. *gregaria* v. SCHL. sp.
73	— cf. *rhenana* KOK.
74	— cf. *gracilior* v. SCHAUR. sp.

No	mus					mus a		mus b					mus		Bemerkungen
	L. D.	M.	P. D.	D.	R. D.	E. u. B.	A.	D. P.	T.	T.—Sp.	Sp.	Sp.—O.	u. O.	o. O.	
36	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
37	+	+	+	+	.	.	×	.	+	.	.	+?	.	.	T. I, Fig. 3—5, No. 4, V. 20, 41, 58.
38	.	+	+	.	.	.	+	.		.	.	.	.	.	V. 20.
39	.	+	.	.	.	.	+	.		.	.	.	+	.	
40	+	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	P. 13,14.
41	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
42	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
44	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	T. I, Fig. 6, 7, No. 5.
45	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
46	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
47	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
48	—	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V. 21.
49	.	×	.	.	.	.	×	.	+	.	.	.	+	.	V. 14, 21, 41, 60.
50	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	×	×	V. 46, 60, 61.
51	—	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
52	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	P. 60.
53	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
54	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	P. 20.
55	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V. 21.
56	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	
57	.	+	.	.	.	.	×	.	+	.	.	.	+	.	V. 41.
58	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	
59	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
60	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
61	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
62	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	P. 29, 39, 60.
63	.	+	.	.	.	.	.	.	×	.	+	.	.	.	V. 49.
64	—	+	.	×	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V. 24, 25.
65	.	+	.	.	.	.	+ cf.	.	.	.	.	.	.	.	
66	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
67	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
68	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
69	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	
70	.	+ cf.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
71	.	+	.	.	.	.	+ aff.	.	.	.	.	.	.	.	
72	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
73	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
74	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

No.	Name des Fossils
75	*Omphaloptycha* cf. *alta* GIEB. sp.
76	*Loxonema obsoletum* v. ZIET. sp.
77	— *elongatum* E. PIC.
78	— *(Polygyrina) columnare* E. PIC.
79	*Undularia scalata* var. *alsatica* KOK.
80	*Nautilus (Monilifer) dolomiticus* QUENST.
81	— — cf. *nodosus* v. MSTR.
82	*Beneckeia Buchi* v. ALB. sp.
83	*Ceratites antecedens* BEYR.
84	— cf. *sondershusanus* K. PICARD sp.
85	*Hungarites Strombecki* GRIEP.
86	*Pseudopemphix Albertii* H. v. MEYER. sp.
87	*Colobodus varius* GIEB.
88	*Placodus*
89	*Nothosaurus* (Zahn)
90	*Ichthyosaurus (Mixosaurus) atavus* QUENST.

No.	mu1					mu2 a			mu2 b				mu3		Bemerkungen
	L. D.	M.	P. D.	D.	R. D.	E. u. B.	A.	D. P.	T.	T.—Sp.	Sp.	Sp.—O.	u. O.	o. O.	
75		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
76	.	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	
77	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
78	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
79		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
80	.	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	P. 21, V. 21.
81	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	P. 29.
82	.	+	+	+	.	×	+		.	.	.	.	.	.	T. II, Fig. 1—3, No. 10, Textfig. 4—8, P. 25. V. 22, 28, 37, 38, 46.
83	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	T. II, Fig. 4—8, No. 8, V. 40, 41.
84	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	T. II, Fig. 9, No. 9, V. 32.
85	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V. 26, 27.
86	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
87	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	
88		.	.	.	.	.	.	.		.		.	.	.	
89	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	
90	.		.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	

Anhang.

Paläontologische Bemerkungen zu einigen Arten.

1. *Thamnastraea* cf. *silesiaca* Beyr.

Taf. I, Fig. 1.

Es ist zu bedauern, daß die Erhaltung der im Trochitenniveau der liegenden Dolomite (S. 13) des Sauwasens bei Untermusbach gar nicht so seltenen Korallenstöckchen in den meisten Fällen wenig erfreulich ist. Sie sind in dem ziemlich rauhen, auch die Formen aller anderen Fossilien meist nur unvollkommen wiedergebenden Dolomit gewöhnlich in wenig scharfen Abdrücken erhalten.

Das beste Stück, von dessen sehr unebener Oberfläche die Abbildung einen Abschnitt in vierfacher Vergrößerung darstellt, läßt wenigstens an den besten Stellen die Form der Kelche und den Verlauf der Septa genügend erkennen. Die Kelche sind 2 bis 4 mm breit, einfach kraterförmig, jedoch oft etwas in die Länge gezogen und — wenigstens an diesem einen Stück — stellenweis etwas in einer an *Cosmoseris* erinnernden Weise reihenweis gruppiert. Die Abdrücke der Septa machen an den besterhaltenen Stücken einen gekörnelten Eindruck, der auf den Aufbau aus gesonderten Trabekeln zurückgeführt werden kann.

Die Form steht im Habitus der durch v. Schauroth aus unsicherem Horizont von Recoaro beschriebenen[1] *Th. Bolognae* augenscheinlich recht nahe, zumal auch die verzerrte Form der Kelche bei derselben vorkommt (s. dort die vergrößerte Abbildung 1 b). Diese Form ist nach Eck synonym mit der von ihm aus verschiedenen Niveaus des Wellengebirges von Ober- und Niederschlesien erwähnten, aus dem Rüdersdorfer „Schaumkalk" abgebildeten[2] *Th. silesiaca* Beyrich. Ich führe daher auch die Schwarzwälder Form mit Vorbehalt unter diesem Namen auf, da der Erhaltungszustand meines

[1] 1859. Kritisches Verzeichnis der Versteinerungen der Trias im Vicentinischen. Sitzungsber. d. K. Ak. d. W. zu Wien, math.-nat. Klasse XXXIV. 4. S. 225, T. I, Fig. 1.

[2] 1865. Über die Formation des bunten Sandsteines und Muschelkalkes in Oberschlesien und ihre Versteinerungen, S. 86, T. I, Fig. 3; — s. auch: Noetling 1880. Die Entwickelung der Trias in Niederschlesien, Z. d. D. geol. Ges. XXXII, S. 44.

Materiales für eine kritische Vergleichung eine zu wenig sichere Grundlage bietet. Immerhin muß erwähnt werden, daß von der topfartigen Eintiefung der Kelche und dem Ansatz zu einer Columella, wie sie die Form BEYRICH's zeigt, an den Schwarzwälder Stücken ebensowenig zu sehen ist, wie an denen von Recoaro.

Die von ECK erwähnten Vorkommen[1] gehören sämtlich höheren Schichten des Wellengebirges an, sodaß unsere Stücke aus dem liegendsten Abschnitt der Formation die vertikale Verbreitung der Art wesentlich erweitern würden.

2. *Pecten (Entolium?) liscaviensis* GIEB.

In den schwarzen Schiefern der Zone mit *Ter. vulgaris* kommt, ebenso wie in der entsprechenden Schicht von Lieskau bei Halle, neben unzähligen *Pecten discites* ziemlich reichlich auch *P. liscaviensis* vor, immer von jenem durch geringere Größe, spitzeren Schloßwinkel (weniger als 90°), viel stärker ungleiche Gestalt und Größe der Ohren und den Mangel regelmäßiger, konzentrischer Skulptur unterschieden. Es scheint auch für ihn charakteristisch zu sein, daß sein Umriß, ganz wie es auch in GIEBEL's Abbildung[2] angedeutet ist, etwas schief ist. Denn der Vorderrand verläuft von dem ziemlich schmalen vorderen Ohr ein beträchtliches Stück fast geradlinig und geht etwas unter der Mitte in den kreisförmigen Unterrand über. Der Hinterrand dagegen rundet sich früher und gleichmäßiger; sein größter Vorsprung liegt ein wenig über der Mitte.

Fig. 2. Linke Schale von *Pecten liscaviensis*. Schwärzliche Schiefer der Zone mit *Terebratula vulgaris* von Haiterbach. Nat. Gr.

3. *Pecten (Entolium) discites* v. SCHL. sp.

T. I, Fig. 2.

In umstehender Textfigur ist im Umriß eine linke Schale eines ziemlich kleinen Exemplares von innen dargestellt, an der die besonders in der Jugend vergleichsweise stark entwickelten Ohren gut zu beobachten sind. Da die in diesen zarten Schiefern vorkommenden Fossilien nur plattgedrückt sind, aber keine seitliche

[1] 1879. Über einige Triasversteinerungen. Z. d. D. geol. G. XXXI, S. 255 und 256.

[2] 1856. Die Versteinerungen im Muschelkalk von Lieskau bei Halle. II. I. Fig. 1.

Verquetschung erlitten haben, dürfte auch der deutliche Unterschied im Umriß der Ohren, den die Figur zeigt, den ursprünglichen Verhältnissen entsprechen. Der Umriß des vorderen Ohres steigt demnach wesentlich gerader auf, als der des stark gerundet vorspringenden hinteren. Eine Andeutung desselben Verhaltens läßt auch die sehr große rechte Schale aus etwas tieferen Schichten (S. 41 u. 42) in Abbildung T. I, Fig. 2 erkennen. Die bei diesem Exemplar so deutlich vorspringenden, ein Paar flügelförmige Seitenteile unter den Ohren abgrenzenden starken Leisten treten auch in der Abbildung bei Goldfuss[1] gut hervor. Sie sind auch auf den jüngeren Exemplaren schon vorhanden, wenn auch die Seitenflügel sich im äußeren Kontur nicht so deutlich absetzen. Auch die bekannte, in T. I, Fig. 2 besonders schön hervortretende Schalstruktur, die im Original bräunliche Linien auf graugelbem Grunde bildet, ist in den kleineren Exemplaren der dunklen Schiefer schon angedeutet.

Fig. 3. Innenansicht einer linken Schale von *Pecten discites*. Schwärzliche Schiefer der Zone mit *Terebratula vulgaris* von Haiterbach. Nat. Gr.

Die großen, ganz unverdrückt erhaltenen Stücke, von denen in der betreffenden Schicht eine ganze Anzahl gefunden wurden, klaffen vorn und hinten. Dem würde entsprechen, daß die flügelartigen Seitenteile der Stücke aus den dunklen Schiefern oft, wie auch in der Textfigur, einen etwas verquetschten Eindruck machen. Die letzteren Stücke lassen gewöhnlich ziemlich reichliche konzentrische Ringelung erkennen, viel mehr, als in der Abbildung angedeutet ist.

4. *Gervilleia (Hoernesia) socialis*, var. *funicularis* n. v.

T. I, Fig. 3—5.

Es ist schon von verschiedenen Autoren darauf hingewiesen, daß die als *Gervilleia socialis* bezeichnete Bivalve des unteren Muschelkalkes von der verbreiteten Form des Hauptmuschelkalkes nicht nur in der Größe abweicht. Das überaus reichliche Vorkommen der Form im Freudenstädter Wellengebirge, vor allem in den unteren Lagen der Schichten mit *Homomya Albertii*, gestattete an einigen besonders gut erhaltenen Stücken diese Unterschiede etwas genauer festzustellen.

[1] Petr. Germ. T. XCVIII, Fig. 10.

Wenn wir, mit der Lethaea[1], als Typus der *Gervilleia socialis* v. Schl. die Form der Nodosenschichten des oberen Muschelkalkes annehmen, wie sie am Hühnerfeld bei Schwieberdingen in ebenso großer Menge, wie ausgezeichneter Erhaltung zu finden ist[2], fallen diese Unterschiede besonders scharf ins Auge.

Ich möchte ganz davon absehen, daß die Form der „Wurstelbänke" durchschnittlich kleiner und zierlicher erscheint, als die jüngeren Vorkommen. Aber in ihrem Umriß besitzt sie zwei Kennzeichen, die allerdings nur bei gut erhaltenen, auf Platten aufliegenden Exemplaren festzustellen sind (T. I, Fig. 5), einen gar nicht unbedeutenden, zugespitzten Vorderflügel und einen im Vergleich mit dem Typus breiten, meistens scharfeckig, oft sogar etwas hakenförmig vorspringenden Hinterflügel. Die Schwieberdinger Stücke besitzen dagegen an Stelle des vorderen Flügels auch bei bester Erhaltung nur einen gerundeten Vorsprung, der hintere Flügel ist nicht besonders breit, und stumpfeckig zugeschnitten. Dazu kommt, daß das vordere, in den Vorderflügel auslaufende Feld der linken, größeren Schale bei unseren Stücken immer gegen die Hauptwölbung derselben durch einen wie ein dicker Faden aufliegenden, etwas wulstigen Kamm abgetrennt ist, wie ihn auch die eine Figur bei Goldfuss[3] erkennen läßt. Es ist mir nicht bekannt geworden, aus welcher Schicht das dieser Zeichnung zugrunde liegende Exemplar stammt. Es steht auch in der geringeren Größe, etwas scharfrippigen Oberfläche (s. unten) und bedeutenden Entwickelung besonders des hinteren Flügels unserer Schwarzwälder Form so nahe, daß es ebenfalls in den unteren Muschelkalk gehören dürfte. Dunker gibt leider[4] nicht genau an, in welchen Schichten die beiden von ihm als Varietäten der *Gerv. socialis* abgebildeten Formen des oberschlesischen unteren Muschelkalkes gefunden sind. Die eine (Fig. 23) steht unserer var. *funicularis* mindestens sehr nahe. Sie stammt entweder aus dem *Dadocrinus*-Kalk von Chorzow, also unterem Wellengebirge, oder aus dem Mikultschützer Kalk des Böhmschen Steinbruchs, also ziemlich hohen Schichten, etwa um unsere Spiriferinenlage. Denn nur aus diesen beiden Stufen lagen Dunker

[1] II, I, 1. Heft. T. V, Fig. 1.

[2] E. Philippi, 1898. Die Fauna des unteren *Trigonodus*-Dolomits vom Hühnerfeld bei Schwieberdingen etc. Jahresh. d. V. f. vat. Nat. LIV, S. 155, T. IV, Fig. 1—5.

[3] Petrefacta Germaniae, T. CXVII, Fig. 2, f. u. g.

[4] Palaeontographica Bd. I, 1851. S. 295, T. XXXIV, Fig. 23 u. 24.

Fossilien aus Oberschlesien vor. Immerhin scheint die kammartige Begrenzung des vorderen Feldes bei *Gervilleia socialis* auch im oberen Muschelkalk gelegentlich noch vorzukommen. Sehr schön ist sie zu beobachten bei den halbwüchsigen Gervilleien, die manche dünne Dolomitplatten des mittleren Wellengebirges dicht bedecken (T. I, Fig. 3). Als letztes Kennzeichen unserer Form ist schließlich anzuführen, daß sie bei einigermaßen günstiger Erhaltung dicht mit scharfen, konzentrischen Lamellen besetzt ist von 0,3 bis 0,4 mm gegenseitigem Abstand, während die so ausgezeichnet erhaltenen typischen Stücke von Schwieberdingen und aus anderen Horizonten des oberen Muschelkalkes nur Anwachslinien besitzen. Die rechte Schale, die hinter einer mittleren, flachen Längsfirste eine radial verlaufende Rinne besitzt, trägt ebenfalls, wenn auch nicht ganz so scharf erhaben, die konzentrischen Lamellen.

Das von mir aus den übrigen Abschnitten des Wellengebirges gesammelte Material von *Gerv. socialis* zeigt ebenfalls im allgemeinen bei guter Erhaltung die besprochenen Abweichungen vom Typus der Art. Nur bei den im geologischen Teil der Arbeit (S. 58) erwähnten Gervilleien, die nahe unter der oberen Grenze der mittleren Abteilung manchmal eine ganze Schicht erfüllen, aber nur als rauhe Steinkerne erhalten sind, zu denen ausreichende Abdrücke nicht vorliegen, könnte man über die Zugehörigkeit im Zweifel sein.

Im oberen Muschelkalk ist gleich nahe der Basis eine schon in den Erläuterungen zu Blatt Freudenstadt (S. 50) von mir erwähnte verkieselte Lumachelle reich an tadellos erhaltenen *Gervilleia socialis* von der vollen Größe, in der die Art im oberen Muschelkalk sonst vorkommt. Auch in den meisten sonstigen Kennzeichen gleichen sie dem Schwieberdinger Typus; nur springen beide Flügel, vor allem der vordere, entschiedener eckig vor, als bei jenem. Es handelt sich also vielleicht bei allen diesen Formen um eine Entwickelungsreihe, bei der sich vor allem die beiden Endglieder, im tieferen Wellengebirge und oberen Hauptmuschelkalk, gut unterschieden gegenüberstehen. Ich stelle daher der als Typus der Art betrachteten Form des Hauptmuschelkalkes die kleinere des Wellengebirges als var. *funicularis* gegenüber.

Ich halte auch die durch Passarge aus dem Röth in Ostthüringen, besonders den Beneckeien-Schichten beschriebene *Gervilleia (Hoernesia) jenensis*[1] für eine von *G. socialis* verschiedene Form, sogar

[1] 1891. Das Röth im östlichen Thüringen, S. 18.

für eine selbständige Art, und zwar nicht nur wegen des Unterschiedes in der Anzahl der Ligamentgruben, sondern vor allem wegen der allgemeinen Formverhältnisse. Alle Vergleichsexemplare, die ich der Freundlichkeit der Herren Linck und R. Wagner verdanke, unterscheiden sich in ihrer vorn recht schmalen, hinten spatelförmig verbreiterten Gesamtform recht gut von *G. socialis*, und zwar mehr noch von der ihnen zeitlich näherstehenden Form des Wellengebirges, als dem jüngeren Typus. Ein wohlerhaltener, vollständiger Abdruck der linken Schale, der für den Vergleich mit der Varietät des Wellengebirges besonderes Interesse haben würde, lag mir noch nicht vor.

5. *Pinna* cf. *Ecki* E. Picard.

T. I, Fig. 6 u. 7.

Das vor kurzem von E. Schütze aus dem „Wellendolomit" vom Staufen bei Rohrdorf erwähnte[1] Exemplar von *Pinna* (T. I, Fig. 7) ist nicht das einzige dort gefundene. In der Sammlung der Technischen Hochschule in Stuttgart befinden sich noch fernere, von Eck gesammelte Bruchstücke, die allerdings etwas verdrückt sind. Ich bilde das größte von ihnen ebenfalls ab (Fig. 6).

Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Prof. v. Eck entstammen die Rohrdorfer Stücke sämtlich der fossilreichen Zone, die ich nach *Homomya Albertii* bezeichne, und mit der sie auch im Gesteinscharakter gut übereinstimmen. (Aus den Mergeln des unteren Wellengebirges, also den Schichten, die am regelmäßigsten als Wellendolomit bezeichnet werden, können sie schon deshalb nicht sein, weil die Aufschlüsse am Staufen bei Rohrdorf so tief gar nicht hinabreichen.) Zudem habe ich selbst vor kurzem ein Exemplar, das größte bis jetzt gefundene von 5,7 cm Länge, in einem kleinen Aufschluß nahe östlich vom Egenhäuser Chausseehaus ebenfalls den Schichten mit *Homomya Albertii* entnommen.

Alle diese Stücke sind wesentlich kleiner, als die schöne, von E. Picard aus dem Schaumkalk δ von Freiburg a. d. Unstrut beschriebene *Pinna Ecki*[2]. Sie besitzen sämtlich ganz oder zum Teil die Schale (oder wenigstens eine Schicht derselben), die aber nur 0,2 mm dick ist und von Struktur nichts erkennen läßt. Von der

---

[1] 1906. Die Gattung *Pinna* im schwäbischen Muschelkalk. Centralblatt f. Min. etc. No. 4, S. 114.

[2] 1904. Die Gattung *Pinna* in der Trias. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1903, XXIV, Heft 3, S. 333—336; Texttafel.

Skulptur sind zunächst auf der oberen Hälfte, zwischen dem Schloßrande und der Medianleiste, konzentrische, nicht sehr regelmäßige und bei dem in Fig. 6 dargestellten Stück noch durch Verdrückung beeinträchtigte Wülste zu erwähnen. Sie ziehen vom Schloßrande spitzwinklig nach hinten und nähern sich in flachem Bogen der Medianleiste, meist ohne sie zu erreichen. Ein Zurücklaufen zur Medianleiste ist auf dieser Seite nicht deutlich, wie es ebenso an *Pinna Ecki* bei PICARD erst im distalen, den Größenverhältnissen unserer Stücke nicht mehr entsprechenden Abschnitt der Schale schärfer hervortritt. Ähnliche, wulstig vorspringende Bogenrippen der ventralen Schalenhälfte laufen dagegen, wie auch bei PICARD's Exemplar, schon früh deutlich zur medianen Leiste zurück. Sie sind an dem größeren Stück (Fig. 6) trotz der Verdrückung einigermaßen zu erkennen. Auch die Einbiegung des Ventralrandes, die PICARD beschreibt, ist an dem etwas beschädigten Unterrand des größeren Stückes in ganz ähnlicher Weise zu sehen.

Es scheint sonach, soweit das etwas fragmentarische Material zu urteilen gestattet, daß unsere Stücke der von PICARD aus oberem Wellengebirge beschriebenen Art zugerechnet werden können.

Ob die aus dem „Muschelsandstein" von Siersdorf bei Saarlouis und dem oberen Trochitenhorizont SCHUMACHER's von Pfalzburg stammende *Pinna*, die als *P. Voltzi* BENECKE msc. in der Straßburger Sammlung liegt, zu derselben Art gehört, ist noch festzustellen.

Die Gattung *Pinna* ist jedenfalls, ganz abgesehen von dem durch K. v. SEEBACH der deutschen geologischen Gesellschaft einmal vorgelegten Exemplar[1] und dem durch H. v. ECK von Rüdersdorf[2] angeführten Bruchstück einer faserigen, an *Pinna* erinnernden Schale, im ganzen deutschen Wellengebirge, wenn auch als Seltenheit, vorhanden.

6. *Terebratula (Dielasma) Ecki* FRANTZEN.

T. I, Fig. 8—16.

Von den Originalen FRANTZEN's[3] stammt das zu seiner Fig. 3 aus unserem Gebiet (Aach). Ihm entspricht unsere Fig. 10 in der

[1] 1886. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. XVIII, S. 7. Das Stück ist nach älterer Mitteilung seitens Herrn v. KOENEN an Herrn W. BENECKE in Göttingen nicht aufzufinden.

[2] Rüdersdorf, S. 87.

[3] 1882. *Terebratula Ecki* n. sp. und das Lager dieser Versteinerung bei Meiningen. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanstalt f. 1881, S. 157—174, T. V.

Ausbildung ziemlich gut. Beide zeigen die anfänglich schmale, gegen den Unterrand etwas beilförmig erweiterte Wulstbildung in einem Grade ausgebildet, wie er nicht häufig angetroffen wird. Andeutungen des Wulstes lassen sich nach genügender Säuberung an sehr vielen erwachsenen Stücken erkennen.

Die übrigen Figuren sollen die Formentwickelung der zierlichen Terebratel des unteren Wellengebirges durch die verschiedenen Altersstadien erläutern. Die Jugendformen fallen durch ihr schwankendes Breitenverhältnis auf. Von ausgesprochenen Altersformen ist das in Fig. 8 dargestellte, leider stark verdrückte Stück das größte bisher gefundene. Bei ihm und der in Fig. 9 dargestellten Altersform tritt als charakteristische Eigentümlichkeit deutlich hervor, wie der in der Jugend und bei normalen ausgewachsenen Stücken recht zierliche, höchstens durch eine geringe Einsenkung begrenzte Schnabel in späterem Alter höher, breiter, massiger und etwas wulstig wird, auch gegen den Körper durch eine stärkere Einziehung des Umrisses sich absetzt.

Es ist nun durch Bittner betont[1], daß ein Hauptkennzeichen von *Terebr. Ecki* die Zahnstützen bilden. Dieselben sind von ihm an Exemplaren von Aach durch Anschleifen (was übrigens nicht immer zum Ziele führt) studiert. Sie stehen am Wirbel nahe zusammen, divergieren weiterhin stark und reichen auch ein Stück weit auf die Ventralseite des Schnabels hinüber. Die als Steinkerne erhaltenen Exemplare der Trochitenbank der liegenden Dolomite von der Jägermühle bei Hallwangen gestatten auch ohne Präparation eine Beobachtung dieser Verhältnisse. Dieselben veranlaßten Bittner, die schwäbischen Formen, die er untersucht hat, der Gattung *Dielasma* zuzuweisen.

Über die Verbreitung der Art im Schwarzwälder Wellengebirge und ihr wahrscheinliches Zusammenvorkommen mit *Ter. vulgaris* vergl. den geologischen Teil.

7. *Terebratula (Coenothyris) vulgaris* v. Schl.
T. I, Fig. 17—24.

Die in Eck's oberer Terebratelzone reichlich vorkommenden Formen von *Terebratula vulgaris* sind schon mehrfach abgebildet, z. B. ein erwachsenes Stück von Aach recht charakteristisch durch

[1] 1890. Die Brachiopoden der alpinen Trias. Abh. d. K. K. geol. Reichsanst. Wien, Bd. XIV, S. 5.

Frantzen in Fig. 4 seiner oben zitierten Arbeit über *Ter. Ecki*, sowie ein jugendliches Exemplar von Rohrdorf durch Eck[1]. Zweck der auf T. I zusammengestellten, aus einem reichen Material ausgewählten Serie ist, zu zeigen, in welchen Grenzen etwa die Form in der Hauptterebratelzone des Schwarzwälder Wellengebirges variiert.

Die Abbildungen zeigen, daß auch in der genannten Zone Formen von schlankeren Verhältnissen mit abgesetztem, frei vorspringendem Schnabel und deutlich sichtbarer Pseudoarea nicht fehlen. Im eben erwachsenen Zustande (Fig. 24) scheint dieser Typus sogar vorzuherrschen. Doch gehört ihm auch das größte überhaupt bisher von mir gefundene Exemplar (Fig. 20, 29 mm L., 26 mm Br.) an. Beide haben die größte Breite in der Mitte. Sie besitzen nur Andeutungen einer medianen Einsenkung auf der Dorsalschale und einer Wulstbildung.

Das von Frantzen abgebildete Stück stellt demgegenüber fast das Extrem einer im Alter häufig auftretenden Aufblähung der Schale vor, die mit einer Verdickung des sich ganz vornüberbiegenden und die Pseudoarea verdeckenden Schnabels verbunden ist. Der Wulst ist bei solchen Stücken oft deutlich entwickelt, springt im Umriß der Kommissur manchmal vor (Fig. 19a) und ist auf der Ventralschale, wie auch Frantzen an Thüringer Stücken beobachtete, zwar nicht durch eine Depression, aber durch zwei vertiefte Grenzfurchen bezeichnet. Die größte Breite ist bei diesen Altersformen nicht immer, wie bei Fig. 19 und dem ausnahmsweise länglichen Stück Fig. 22, in der Mitte. Häufig verschiebt sie sich nach dem Stirnrande zu, so bei Fig. 23. Das Extrem einer wulstig geblähten Form stellt Fig. 21 dar, die auch durch außergewöhnliche, der Länge fast gleichbleibende Breite ausgezeichnet ist. Auch bei diesen geblähten Altersformen ist die mediane Rinnenbildung der Dorsalschale, die Fig. 19 und 23 sehr deutlich zeigen, nicht immer gut zu erkennen. Von den beiden abgebildeten Jugendformen ist sie an der breiteren Fig. 18 fast so gut ausgebildet, wie sie die oben zitierte Abbildung Eck's darstellt. An dem noch kleineren, wesentlich schlankeren Stück Fig. 17 ist sie nur angedeutet.

An dem in Fig. 19 dargestellten Stück, dessen Schnabel beschädigt war, konnte ich die Schale von dem leider rauh kristallinischen Kern so weit abpräparieren, daß die Abdrücke der Zahnstützen freiliegen. Dieselben stehen, ganz wie Bittner (s. b. *T. Ecki*) an-

[1] 1880. T. IV, Fig. 4.

gibt, im Gegensatz zu dem Verhalten bei *T. Ecki*, entfernt und divergieren kaum. Doch sind sie bei diesem Exemplar auffallenderweise in etwas geknicktem Verlauf ein Stück weit auf die Ventralseite zu verfolgen (Fig. 19b). Es handelt sich dabei aber wohl nur um Ausbreitungen der kallösen Verdickungen, die bei *T. vulgaris* nach Koschinsky[1] im Alter gewöhnlich die Zahnstützen umhüllen und ersetzen. Wenigstens läßt eine ganze Reihe anderer Präparate von erwachsenen Stücken nur nahe dem Schloßrande geringe Spuren von Zahnstützen erkennen.

Aus diesem Überblick über die Formen, in denen *T. vulgaris* in ihrer Hauptzone bei Freudenstadt vorkommt, geht jedenfalls hervor, daß der gedrungene, durch F. v. Sandberger als var. *globosa* bezeichnete Typus dort auch in den voll erwachsenen Stücken durchaus nicht allein herrscht. An einem reichen Material aus verschiedenen Schichten des Thüringer Wellengebirges, das mir durch das freundliche Entgegenkommen der preußischen geologischen Landesanstalt zum Vergleich zur Verfügung stand, konnte ich auch dort das Vorkommen der bei uns so häufigen, gedrungenen Altersform mit kurzem, dickem, ganz übergebogenem Schnabel in mehreren Schichten des Wellengebirges bestätigen. In dem sehr vielgestaltigen Thüringer Material befinden sich aber auch ganze Suiten, in denen sie fehlt. Anderseits kommen auch im oberen Muschelkalk ähnliche Formen noch vor, wenn sie auch viel mehr zurücktreten. Sie scheinen in den verschiedenen Schichten nicht immer aus gleichartigen Jugendformen hervorzugehen und würden bei einer Gliederung des ganzen Kreises nach genetischen Gesichtspunkten dann gleichzeitig in verschiedenen Gruppen erscheinen. In diesem Falle würde es nicht angehen, den geblähten Formentypus als Varietät im eigentlichen Sinne zu bezeichnen. Vor allem aber kann man nicht die Formen des unteren Muschelkalkes, speziell unserer Hauptterebratelschicht, als der Varietät *globosa* angehörig zusammenfassen.

8. *Beneckeia Buchi* (v. Alb.) Dunk.

T. II, Fig. 1—3.

In der Gegend von Freudenstadt ist diese für einen bedeutenden Abschnitt des Wellengebirges so charakteristische Ammonitenform in einer bis jetzt in ganz Deutschland fast einzig dastehenden Häufig-

[1] 1878. Beiträge zur Kenntnis der *Terebratula vulgaris*. Z. d. D. g. G. XXX. S. 377.

keit angetroffen. Nachdem im geologischen Teil auf ihre Verbreitung im Schichtenprofil bereits hingewiesen wurde (s. d. Gesamtverzeichnis der Fossilien), soll hier auf einige Beobachtungen morphologischer Art eingegangen werden, die an besonders gut erhaltenen Stücken des reichen Materiales angestellt werden konnten.

Die kleinen, in Brauneisenstein erhaltenen Exemplare der durch *B. Buchi* vor allem gekennzeichneten Schicht unseres Gebietes[1] sind in den meisten Fällen recht undeutlich erhalten. Vor allem kommen vielfach Exemplare vor, die bei der Umbildung des ursprünglich als Versteinerungsmittel vorhandenen Schwefeleisens stark aufgebläht und gerundet wurden, sodaß sie den flachen, gleichgroßen Stücken von guter Erhaltung kaum noch ähnlich sehen. Indessen besitzen, wie schon Quenstedt[2] und Eck[3] hervorgehoben haben, die kleinsten Exemplare auch bei tadelloser Erhaltung tatsächlich einen ganz runden Rücken (s. nebenstehende Textfig. 4 und Fig. 8a auf S. 88).

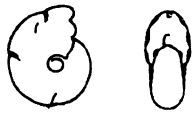


Fig. 4. *Beneckeia Buchi*, Steinkern von 2,3 mm Höhe aus dem Hauptlager der Form von Freudenstadt. Seiten- und Vorderansicht in 6facher Vergrößerung.

Quenstedt erwähnt ferner schon, daß die Steinkerne der kleinsten Exemplare wesentlich weiter genabelt sind, als die späteren Altersstadien. So besitzt das in Textfig. 4 dargestellte Stück von 2,3 mm Höhe eine Nabelweite von 16 %. Doch ändert sich dieses Verhältnis, wie die 6,5 mm hohe Scheibe in Textfig. 5 zeigt, sehr schnell. Die Mündung nimmt stark an Höhe zu, während sich der Nabel, wie die Abbildung zeigt, in umgekehrter Spirale, wenn ich so sagen darf, verengt.

K. v. Fritsch verdanken wir den Nachweis[4], daß auch die Abdrücke der kleinen Stücke die weitere Nabelung erkennen lassen, der Nabel also nicht, wie v. Mojsisovics annahm[5], durch eine Kallosität der Schale ausgefüllt war. Darum muß auch die von K. Picard

[1] Die von mir bis jetzt näher untersuchten kleinen Steinkerne der Schicht aus der Freudenstädter Gegend, deren Erhaltung zur Bestimmung ausreichend war, gehören sämtlich zu *B. Buchi*. Jugendstadien anderer Ammoniten, von denen v. Fritsch in dem Material des Hallenser Museums wenigstens ein Beispiel mit einiger Wahrscheinlichkeit feststellen konnte (1906, Beitrag etc. S. 39), zählen also jedenfalls zu den Seltenheiten.

[2] 1849. Die Cephalopoden, S. 71.

[3] 1879. Über einige Triasversteinerungen, Z. d. D. g. G. XXXI, S. 274.

[4] l. c. S. 39.

[5] 1882. Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz, S. 184 Anm.

beschriebene[1], beschalte kleine Ammonitenform aus dem Schaumkalk γ der Hainleite bei Sondershausen vielleicht anderweit untergebracht werden, da sie wesentlich enger genabelt ist, als ein gleich großes Exemplar wenigstens von den Schwarzwälder Fundorten.

Fig. 5. *Beneckeia Buchi*, Steinkern von 6,5 mm Höhe aus dem Hauptlager der Form von Freudenstadt in 4facher Vergrößerung.

Fig. 6. Unvollständiges Exemplar von *Beneckeia Buchi* mit gut entwickelten Einschnürungen aus dem Hauptlager der Form. Steinkern von 6,3 mm Höhe, 4mal vergrößert.

Als ein drittes Kennzeichen der Jugendform, auf das ebenfalls schon Quenstedt hingewiesen hat[2], sind Einschnürungen zu beobachten, die an den meisten Stücken allerdings nur auf der externen Wölbung deutlich hervortreten (Textfig. 4 auf vor. S.). Nur an einem in nebenstehender Textfig. 6 dargestellten, unvollständigen Exemplar von 6,3 mm Durchmesser habe ich sie in regelmäßigem Verlauf von der in diesem Altersstadium schon scharfen Externkante bis fast zum Nabel verfolgen können. Sie stellen auf den Flanken eine breite, seichte Furche dar, die etwas über der Mitte der Windung ziemlich plötzlich knieförmig nach vorn umbiegt, sodaß sie den Rand unter einem Winkel von 45—50° erreicht. Dieser Externabschnitt der Einschnürung ist viel schmäler und vor allem nach vorn von einem ziemlich scharfen Rande recht deutlich begrenzt. Die Windungshöhe des Gehäuses beträgt an der betreffenden Stelle 2,7 mm. In Abständen von je etwa 45° sind noch weitere Einschnürungen deutlich, doch ist nur die nächstinnere bis zu der knieförmigen Biegung auf den Flanken gut zu beobachten. An anderen Exemplaren sind wenigstens in der Siphonalgegend die rinnenförmigen Einsenkungen vorhanden (Textfig. 5), während auf den Flanken nur unregelmäßige und undeutliche Spuren erscheinen. Ihre Ab-

[1] 1899. Über Cephalopoden aus dem unteren Muschelkalk bei Sondershausen. Z. d. D. g. G. L, S. 304, T. XVI, Fig. 6—10.

[2] Petrefaktenkunde, T. XXXIII, Fig. 22; — Die Cephalopoden S. 71.

stände schwanken zwischen 40 und 90°. An Textfig. 5 ist die letzte bei 3,6 mm Windungshöhe angedeutet.

Endlich besitzt das in Textfig. 5 dargestellte Stück von 6,5 mm Höhe in seinem jüngsten Teile neben der schon erwähnten scharfen Externkante beiderseits eine dachförmige Abflachung seines Rückens, die auch auf dem übrigen Teile des Gehäuses, wenigstens von einer Windungshöhe von 2 mm an, schon angedeutet ist (Textfig. 8, b u. c auf S. 88). In welchem Stadium der Entwickelung diese dachförmige Abschrägung wieder verschwindet, habe ich nicht feststellen können. Auf den Steinkernen erwachsener Exemplare ist von ihr nichts mehr vorhanden, und die Flanken streben in gleichmäßiger Wölbung der scharfen Schneide des Randes zu.

Daß bei uns an gut erhaltenen Wohnkammern aus den mittleren Dolomitplatten des oberen Wellengebirges die von R. Wagner an einem Wohnkammerstück aus thüringischem Wellenkalk aufgefundenen[1] Anwachslinien und ihnen parallelen Faltenrippen zu beobachten sind, habe ich bereits bei einer früheren Gelegenheit hervorgehoben[2]. Ihr Verlauf entspricht — mit Rücksicht auf die neulich durch v. Fritsch betonten feineren Unterschiede[3] in diesen Skulpturverhältnissen — dem der echten *Ben. Buchi* zukommenden Verhalten.

Von spiralen, bandartigen Skulpturelementen auf dem Steinkern, wie sie z. B. Frech von einem schönen, schlesischen Wohnkammerexemplar von *B. tenuis* abbildet[4], und wie sie v. Fritsch auch an Thüringer Exemplaren von *B. Buchi* beobachtet hat[5], zeigt das mir vorliegende Material keine Spur.

Dagegen besitzen viele Stücke aus den rotbraunen Dolomiten des unteren Wellengebirges, wie an der oben zitierten Stelle ebenfalls schon angegeben wurde, den scharfen Abdruck des von mehreren Autoren erwähnten Kieles. Er erreicht bei den größten Stücken von 9 cm Durchmesser die für *B. Buchi* ungewöhnliche Höhe[6] von gegen 2 mm.

Der Verlauf der Lobenlinien erwachsener Stücke ist so eingehend untersucht, daß ich nur zum Vergleich die des auf T. II,

---

[1] 1888. Über einige Cephalopoden aus dem Röth und unteren Muschelkalk von Jena. Z. d. D. g. G. XL, S. 30.

[2] 1905. Z. d. D. g. G., Monatsberichte No. 9, S. 334.

[3] l. c. T. IV, Fig. 2.

[4] Lethaea geognostica, II, 1, 1. Lief., S. 27.

[5] l. c. S. 39.

[6] s. v. Fritsch, l. c. S. 50.

Fig. 2 abgebildeten halbwüchsigen Stückes und die fast vollständige Lobatur des schon oben (S. 25) erwähnten, wohlerhaltenen Exemplares des Stuttgarter Naturalienkabinettes aus einer Dentalienbank des unteren Wellengebirges nebenstehend (Textfig. 7 b) abbilde. Die schiefe Abstutzung des ersten Laterallobus, die an ihm auffällt, findet sich an allen 24 Kammerwänden des Bruchstückes, dürfte aber trotzdem nur als zufällige Abnormität zu deuten sein.

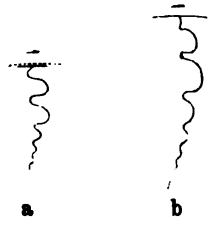


Fig. 7. Loben von *Beneckeia Buchi*, a von einem Exemplar von 9 mm Windungshöhe, in 2facher Vergrößerung, b von einem erwachsenen Stück in natürlicher Größe.

Das reiche Material an jugendlichen Exemplaren, durch das unsere Gegend seit lange bekannt ist, gestattete aber über die Entwickelung der Lobenlinie einige Beobachtungen, die nicht ohne Interesse sind.

Schon das kleinste abgebildete Stück (Textfig. 4) besitzt in der ausgezeichnet erhaltenen, abschließenden Kammerwand den Externlobus, zwei Laterale, einen Auxiliar, einen inneren Auxiliar und den stark entwickelten Internlobus, bei wenig über 1 mm Windungshöhe. Bemerkenswert ist, daß in diesem frühen Jugendstadium die später so enge aufeinanderfolgenden Kammerwände noch in weiten Abständen von einander stehen.

Der flachgeschweifte, erst entstandene Auxiliarlobus kompliziert sich aber sehr bald (schon bei 2 mm Windungshöhe in Textfig. 5) weiter. Die in Textfig. 7 a dargestellte Lobenlinie von 9 mm Windungshöhe besitzt schon fast die bei erwachsenen Exemplaren auftretende Entwickelung der (zuerst 2, dann 3) Lateralloben und der Auxiliarloben.

Eigenartig und nicht auf den ersten Blick verständlich ist die Entwickelung des Externlobus. Im ersten Jugendzustande mit breitgerundetem Rücken ist er (Textfig. 8 a) breit zungenförmig, wird aber bald abgeplattet (Textfig. 8 b; augenscheinlich mit welligem Boden, soweit das dargestellte Exemplar bei 2 mm Windungshöhe zu erkennen gestattet). Schon in diesem Stadium erhält der noch ziemlich breite Rücken, wie die Abbildung zeigt, die oben erwähnte, flach dachförmige Abplattung. Dieses Dach wird bald steiler und sein First tritt als scharfe Externkante hervor (Textfig. 5 u. 8 c, bei 4,5 mm Windungshöhe). Der Externlobus zeigt in diesem letzteren Stadium der Entwickelung eine auf die Abdachung beschränkte Komplikation. Er erhält einen mittleren Sattelhügel,

in den sich, goniatitisch scharfwinklig zugeschnitten und ebenso beiderseits begrenzt, ein besonderer Lobus einsenkt. Um eine zufällige Sonderbildung an einem einzelnen Stück kann es sich dabei nicht handeln, denn dasselbe von dem Lobenverlauf erwachsener Stücke abweichende Verhalten bildete auch K. Picard von einer schon 6,3 mm hohen Windung eines Exemplares von Freudenstadt ab[1].

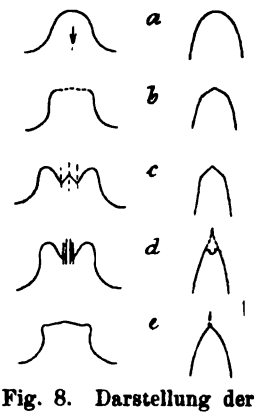


Fig. 8. Darstellung der Wandlungen des Externlobus und des Querschnittes der Externseite der Schale von *Beneckeia Buchi* in abnehmender Vergrößerung. Die punktierten Stellen geben den mutmaßlichen Verlauf an.

Die flache, halbwüchsige Scheibe, von der die Lobenlinie Textfig. 7 a abgenommen ist, läßt nun bei 9 mm Windungshöhe von diesen spitzzackigen Einschaltungen schon nichts mehr erkennen. Ihr fehlt allerdings im ganzen Umfange die äußerste, siphonale Schneide. Dieselbe ist weggebrochen und läßt den geöffneten Sipho als glatte Rinne zwischen rauhen Bruchrändern der Schale erkennen. Dieser abgebrochene externe Rand war augenscheinlich (etwa in der Weise, wie in Textfig. 8 d) schon kammartig zusammengedrückt und ist aus der dachförmigen Region des Stadiums c mit dem eingeschalteten spitzen Lobus entstanden. Es ist danach kaum zweifelhaft, daß der zarte, hinfällige, hohle Kiel der erwachsenen Beneckeien, dem schon E. v. Mojsisovics dorsokavate Natur zuschreibt, aus diesem Externabschnitt hervorgegangen ist, nicht aber, wie v. Fritsch annimmt, „eine selbständige Bildung auf der Schalenaußenseite" darstellt. Die mediane Einschaltung des Externlobus wäre danach in der bekannten Lobatur erwachsener Steinkerne (Textfig. 8 e) gar nicht zu erwarten, da sie (wenigstens in der Regel) ganz der abgegliederten Kielpartie angehörte. Mit den gelegentlich auch bei *B. Buchi* in dem flachen Boden des Externlobus auftretenden, welligen sogenannten Adventivloben[2], auf die zuerst Eck hinwies[3], nachdem

[1] 1899. Über Cephalopoden aus dem unteren Muschelkalk von Sondershausen. Z. d. D. g. G. LI, T. XVI, Fig. 11.

[2] s. R. Wagner, 1888; S. 26, T. III, Fig. 5. Das auf derselben Tafel in Fig. 3 dargestellte Lobenstück zeigt nahe der externen Schneide auffallend spitze „Adventivloben"-Bildungen, die an die Verhältnisse im Stadium c unserer Serie erinnern. Vielleicht greifen sie nur ausnahmsweise hier bei *B. tenuis* einmal auf den Steinkern über und konnten so erhalten werden.

[3] 1879, S. 275.

sie Dunker schon früher in einer Zeichnung dargestellt hatte[1], hat der eingeschaltete Lobus des Stadiums c nichts zu tun.

9. *Ceratites antecedens* Beyrich.

T. II, Fig. 4—8.

Das aus Eck's Untersuchungen bekannte[2] schwäbische Material von Formen dieses Kreises hat sich bei den Aufnahmearbeiten um nicht weniger als 7 neue Exemplare vermehren lassen. Sie sind allerdings nicht sämtlich vollständig und in dem graugelben, etwas mürben Dolomit des mittleren Wellengebirges (s. S. 38 ff.) auch nicht alle gleich günstig erhalten. Die drei besten der neuen Stücke bilde ich ab, zusammen mit dem von Eck bei Rohrdorf gefundenen Exemplar und einem Bruchstück im Stuttgarter Naturalienkabinett von Böffingen bei Glatten. Im ganzen liegen mir 11 schwäbische Exemplare vor, dazu durch das Entgegenkommen des K. Museums für Naturkunde in Berlin das erste Originalstück Beyrich's[3] von unsicherem Fundpunkt (Thüringen?), das Original O. Jäckel's zu seiner Mitteilung über *Ceratites trinodosus*[4] und ein scharfer Guttaperchaabdruck von inneren Windungen eines Rüdersdorfer Exemplares aus der Sammlung H. v. Eck's in der Stuttgarter Technischen Hochschule.

An den als Steinkerne erhaltenen schwäbischen Stücken war von den inneren Windungen nichts zu beobachten und auch durch Präparation nichts Deutliches herauszubekommen. Die folgenden Angaben können sich also jedesmal höchstens auf einen ganzen Umgang oder wenig mehr beziehen. Eines der Stücke zeigt die ganze Wohnkammer, andere wenigstens Teile davon; die Mehrzahl ist noch ganz gekammert.

Größe. Die größten schwäbischen Stücke übertreffen die bisher bekannten Exemplare des *Cer. antecedens* doch nur um die Ausdehnung der Wohnkammer. Von den beiden größten der von mir gesammelten (Fig. 4 u. 5) hat das zweite bis zum Mundsaume erhaltene einen Durchmesser der Scheibe von 9 cm, das erstere, das nur noch reichlich die Hälfte der Wohnkammer besitzt, mißt doch noch 8,5 cm, war also vollständig noch etwas größer. Aber das mir vorliegende Original Beyrich's ist bei 5,5 cm Durchmesser noch

---

[1] Palaeontographica I, T. 42, Fig. 5.

[2] Zitate s. oben S. 2, Anm. 4.

[3] 1858. Über Ammoniten des unteren Muschelkalkes. Zeitschr. d. D. geol. Ges. X, S. 211 ff., T. IV, Fig. 4.

[4] 1889. N. Jahrb. f. Min. etc. II, S. 19—31, T. I, Fig. 1.

durchaus gekammert, blieb also im vollständigen Zustande hinter den Maßen jener schwäbischen Stücke nur wenig zurück.

Querschnitt. Die gekammerten Windungen gut erhaltener Stücke, z. B. des in Fig. 6 abgebildeten, besitzen im Querschnitt die Form eines (umgekehrten) gedrungenen Ovals mit abgeflachten, unter der sehr deutlichen Externkante sogar ein wenig eingesenkten Flanken. Die Externfläche ist auf dem Steinkern schwach gewölbt, in der Mitte etwas stärker, wenn auch an keinem meiner Stücke ganz so deutlich, wie an dem mir vorliegenden, beschalten Berliner Exemplar. Die größte Breite eines 21 mm hohen Querschnittes des Stückes Fig. 6 beträgt 19 mm und liegt bei 5—6 mm der Windungshöhe. Zur Naht fällt die Schale von ihr erst schräg, dann über eine gerundete Kante ziemlich senkrecht ab.

Mit zunehmendem Alter wächst die Höhe der Windungen viel stärker, als der Querdurchmesser; der Rücken wird etwas breiter und runder gewölbt, die Flanken erhalten schließlich (auf der Wohnkammer) ebenfalls eine gleichmäßige, geringe Wölbung. Der Querschnitt erhält so zuletzt fast die Form eines Rechteckes mit gewölbten Seiten, dessen Breite etwa gleich der halben Höhe ist. Manche Exemplare, die allerdings nur verdrückt vorliegen, scheinen noch schmäler gebaut gewesen zu sein. Wenigstens ist die nicht verdrückte, augenscheinlich durch etwas stärkere Schale ausgezeichnete Externfläche schmäler, als bei den normalen Stücken.

Windungszunahme. Das Verhältnis der Höhe der letzten Windung zu der nächst älteren wurde an drei Stücken bestimmt: 100 : 48, 100 : 46, 100 : 44, im Mittel also 100 : 46.

Scheibenzunahme. Das Verhältnis des Durchmessers der ganzen Scheibe zur Höhe der letzten Windung ergab sich in 4 Fällen zu 100 : 47, 100 : 47, 100 : 45, 100 : 44, im Durchschnitt also etwa zu 100 : 46.

Involubilität. Das Verhältnis der ganzen Höhe der vorletzten Windung zu ihrem von der letzten umhüllten Abschnitt ließ sich in zwei Fällen feststellen. Es betrug 100 : 73 und 100 : 65, also im Mittel 100 : 69.

Die Nabelweite schwankt zwischen 22 und 25%.

Skulptur. Die ältesten, freiliegenden Windungsteile des in Fig. 8 abgebildeten Exemplares Eck's von Rohrdorf besitzen die sogenannte binodose Skulptur mit aller Deutlichkeit. Eine kurze, kräftige Umbonalrippe schwillt bei kaum $^1/_3$ der Windungshöhe zu einem lateralen Knoten an, von dem zwei deutliche Gabelrippen

nach vorn gebogen zu schräg stehenden, etwas verlängerten Marginalknoten verlaufen. Ob in diesem Stadium auch auf dem Nabelrande Knotenanschwellungen vorhanden sind, lassen die schwäbischen Stücke nicht mit Sicherheit erkennen. Bei norddeutschen Exemplaren habe ich sie gerade in diesen frühen Stadien der Entwickelung gelegentlich sehr deutlich gesehen, so an dem oben erwähnten Abdruck von Rüdersdorf in Eck's Sammlung. Sie sind hier von 10 mm Nabelweite an nach innen auf mehr als 2 Umgängen zu etwa 12 auf jedem Umgang zu erkennen. Noch weiter innen scheint das skulpturlose „Embryonalstadium" zu herrschen. Nach den Angaben in der Literatur dürften diese Rüdersdorfer Stücke jünger sein, als unsere Schwarzwälder. Doch kommen Andeutungen von Nabelknoten nach K. v. Fritsch[1] auch bei Formen aus diesem Verwandtschaftskreise vor, die sicher älter sind, als die schwäbischen Funde.

Mit zunehmendem Alter erhält sich zwar die binodose Skulptur bei den schwäbischen Stücken im Vergleich mit den mir bekannten sonstigen Exemplaren der *Antecedens*-Gruppe vergleichsweise lange, auch bei ausgewachsenen Stücken bis zum Beginn der Wohnkammer. Aber sie verliert an Deutlichkeit und Regelmäßigkeit. Die Umbonalrippen sind oft ungleichmäßig entwickelt, die Spaltrippen lassen sich nicht mehr sicher bis zu den Randknoten verfolgen. Vereinzelt scheinen auch unabhängige Schaltrippen aufzutreten, die ebenfalls an einem wohlausgebildeten Randknoten enden. Die Marginalknoten allein sind zunächst noch in regelmäßigem Rhythmus vorhanden. Die Lateralknoten, die bei $^1/_3$ bis $^2/_5$ der Windungshöhe stehen, springen manchmal kräftig vor. Sie stehen dann gewöhnlich, wie Eck an seinen Stücken feststellen konnte, und wie bei dem von O. Jaekel beschriebenen Stück, unterhalb des zweiten Laterallobus. Bei manchen Exemplaren springen stärkere Umbonalrippen auch über dem Nabelrande knotenähnlich vor und ziehen bis zur Naht hinein.

Auf der Wohnkammer tritt die Skulptur meistens sehr zurück. Jedenfalls verliert sie den bis dahin vorherrschenden binodosen, jugendlichen Charakter. Am regelmäßigsten sind noch die Marginalknoten bis zuletzt erhalten, wie z. B. in Fig. 4. Rippen verschwinden entweder ganz, oder es treten wenigstens an Stelle des binodosen Typus zahlreiche, meist ziemlich feine Faltenrippen und Anwachslinien, die auf den besterhaltenen Stücken mehr oder weniger sichel-

[1] 1906. Beitrag zur Kenntnis der Tierwelt der Deutschen Trias. Abh. Naturf. Ges. zu Halle, XXIV, S. 67.

förmig verlaufen. Bei einem mir vorliegenden Wohnkammerstück ziehen sie stark vorwärts ausgebogen über die Externfläche hinweg. Je deutlicher diese zahlreichen Faltenrippen werden, desto häufiger treten (Fig. 5) an ihren Enden unregelmäßige Randknötchen auf an Stelle der regelmäßigen, oben beschriebenen Marginalknoten. Lateraldornen fehlen auf der Wohnkammer gewöhnlich. Wenn sie vorhanden sind, bilden sie sparsame, unabhängige, scharfe und vergleichsweise hoch auf den Flanken stehende Erhebungen, ähnlich wie sie O. JAEKEL's Exemplar von Rüdersdorf besitzt.

Nur anhangsweise erwähne ich hier das von ECK 1885 beschriebene Exemplar aus dem Hauptniveau des *Cer. antecedens* von Dietersweiler bei Freudenstadt. Es ist eine ziemlich vollständige Wohnkammer eines fast vollwüchsigen Exemplares, die durch außergewöhnlich kräftige, über die sehr undeutliche Nabelkante zur Naht herablaufende Umbonalrippen von den übrigen Exemplaren wesentlich abweicht. Das Stück besaß außerdem, soweit sein stark verdrückter Zustand zu urteilen erlaubt, viel weiteren Nabel, als alle übrigen. Vielleicht gehört es einer anderen Art an, einer Nebenform, bei der ein jugendlicher Typus der Skulptur sich bis ins Alter erhält, wie bei manchen der durch E. PHILIPPI begründeten Arten des oberen deutschen Muschelkalkes. Es soll deshalb bei den vorliegenden Erörterungen ganz außer Betracht gelassen werden.

Wohnkammer und Mundrand. Das in Fig. 5 abgebildete Exemplar besitzt augenscheinlich die ganze, wie bei den Nodosen fast genau einen halben Umgang einnehmende Wohnkammer. Nach außen ist dieselbe auf beiden Seiten des Stückes in derselben Weise durch eine ziemlich scharfe Randlinie begrenzt, die im allgemeinen radial gestellt ist, aber, wie viele der Faltenrippen und Anwachslinien, leicht S-förmige Schwingung zeigt und auf der Externseite, entsprechend dem Verhalten der dort eventuell hinüberlaufenden Anwachslinien, ziemlich kräftig nach außen vorspringt. Es ist demnach wohl anzunehmen, daß wir in Fig. 5 den wirklichen Verlauf des Mundsaumes vor uns haben. Derselbe entspricht, bis auf die etwas entschiedenere externe Vorbiegung, ganz gut dem durch E. PHILIPPI an den deutlichsten Exemplaren der Nodosen festgestellten Verhalten[1].

Lobenlinie. Sie entspricht bei den besterhaltenen der schwäbischen Stücke ebensowenig den landläufigen Angaben, wie bei dem mir vorliegenden Original BEYRICH's. Denn weder sind die einzelnen Elemente, verglichen mit den Loben der alpinen Verwandten, besonders flach, noch zeichnen sich die Sättel durch besondere Breite aus. Nur der zweite Lateralsattel ist immer vergleichsweise breit

[1] l. c., S. 16.

und flach ausgebildet, meist etwas breiter, als der Extern- und erste Lateralsattel. Im übrigen nähert sich die Lobenlinie gut erhaltener Stücke der bei gleichalterigen Stücken aus den Alpen, besonders der bei *Cer. binodosus* entwickelten doch recht sehr. Vor allem springt der erste Laterallobus kräftig zurück. Der Boden der Loben ist auch ein wenig erweitert. Die Zacken sind nicht zahlreich, aber kräftig, und steigen, wie auch Eck 1880 betonte, an den Seitenwänden der Loben etwas hinauf. Der Externsattel fällt, wie bekannt, zu einem Teil, oft bis zur Hälfte, auf die Externfläche. Von den Hilfsloben liegt der erste außerhalb des Nabelrandes. Auf der ziemlich hohen Nahtfläche ließ sich die Lobenlinie an meinen Stücken nicht mit ausreichender Sicherheit erkennen. Das mehrfach erwähnte Berliner Exemplar läßt aber hier, nicht ganz entsprechend den Angaben Beyrich's, im angefeuchteten Zustande noch zwei fernere Hilfsloben feststellen, die zwar klein, aber deutlich entwickelt und auch gezähnt sind. Ein Mediansattel ist zwar nur in geringer Breite ausgebildet, erreicht aber an Tiefe oft fast die Externsättel.

Die schwäbischen Formen der *Antecedens*-Gruppe aus den Schichten zwischen den beiden Terebratelhorizonten sind also stark involute, im Alter hochmündige Formen und entsprechen damit im allgemeinen dem Charakter der von Beyrich nach einigen nicht ganz gleichmäßig entwickelten Exemplaren aufgestellten Art. Sie zeichnen sich aber dadurch besonders aus, daß der jugendliche, binodose Typus der Skulptur sich oft vergleichsweise sehr lange deutlich erhält. Solche Exemplare, die ich als die typische schwäbische Form bezeichnen möchte, besitzen eine mäßig breite Wohnkammer mit leicht gewölbten Wänden. Andere Exemplare, die besonders eng genabelt sind, erwerben die oben geschilderte Altersskulptur früher, besitzen auf der Wohnkammer einen schmäleren Rücken und augenscheinlich auch flachere Seitenwände. Von den inneren Windungen dieser abweichenden Formen ist mir noch nichts bekannt. Ich vermeide es daher, sie der typischen Entwickelung als eine besondere Varietät oder Art gegenüberzustellen. Ebensowenig ist es mir nach den Abbildungen und den wenigen mir vorliegenden Stücken aus anderen Horizonten und von anderen Fundorten des deutschen Wellengebirges möglich, auf die Frage einer Gliederung der ganzen, augenscheinlich ziemlich vielgestaltigen *Antecedens*-Gruppe hier einzugehen.

Besser dürfte es gelingen, das Verhältnis zu dem immer mit dem Formenkreise des *C. antecedens* in Verbindung gebrachten *C. bino-*

dosus der Alpen genauer zu fixieren. Die zwischen beiden Formenkreisen bestehenden Unterschiede in der Skulptur, die E. v. Mojsisovics erwähnt[1], ohne auf sie ein besonderes Gewicht zu legen, sind mehr gradueller Art, indem unsere übrigens auch erheblich größeren Formen sämtlich — nicht nur die darin besonders bevorzugten schwäbischen — den jugendlichen Typus der Skulptur länger festhalten, als die alpine Art. Auch stehen die Lateraldornen selbst im senilen Stadium der Entwickelung bei den deutschen Formen kaum jemals so hoch, wie bei den alpinen. Das Zahlenverhältnis der lateralen zu den marginalen Knoten neigt, wie Eck feststellte, etwas dem *C. trinodosus* des alpinen Muschelkalkes zu, doch ist bei diesem die absolute Häufigkeit der Knoten bei gleichem Windungsquerschnitt stets merklich größer.

Der bisher am meisten in den Vordergrund gestellte Unterschied im allgemeinen Charakter der Lobenlinie ist aber, wie wir sahen, ebenfalls viel weniger ausgesprochen, wenn man gut erhaltene Steinkerne zur Verfügung hat. Als durchgreifender Unterschied bleibt nur die Anwesenheit nur eines Auxiliarlobus außerhalb der immer ganz deutlichen Nabelkante bestehen. Nur bei gewissen, noch wenig bekannten Formen des obersten deutschen Wellengebirges, von denen weiter unten noch die Rede ist, versagt gerade dieses Kriterium.

Erwähnt sei schließlich noch, daß die Variabilität des alpinen *C. binodosus*, die ja nach v. Mojsisovics nicht gering ist, sich im allgemeinen in ähnlicher Richtung bewegt, wie bei unseren schwäbischen Formen.

Nach der obenstehenden Beschreibung dürfte dann auch das Verhältnis der *Antecedens*-Formen zu den Ammoniten des germanischen oberen Muschelkalkes jetzt in etwas anderem Lichte erscheinen, als bisher. Es ist durch E. Philippi's schöne Untersuchungen im hohen Grade wahrscheinlich gemacht, daß die ganze formenreiche Gruppe der Nodosen nahe an die binodosen Typen, wie sie die alpine Trias in so großer Fülle darbietet, anzuschließen ist. Gewisse altertümliche und auch geologisch ältere Formen der Nodosen stehen sogar den Binodosen fast näher, als ihren gleichzeitigen und späteren Verwandten vom moderneren Nodosentypus. Am nächsten stehen nun die Nodosen einerseits allerdings dem typischen *C. binodosus* und einigen ihm ganz nahe stehenden Formen, anderseits aber doch

[1] 1882. Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. Abh. K. K. Geol. Reichsanstalt X. S. 20.

sicher auch unserem germanischen *C. antecedens*. Die Frage, von welcher dieser beiden Gruppen sie tatsächlich abzuleiten sind, ist vielleicht noch nicht spruchreif. Jedenfalls möchte ich es noch nicht für ganz ausgemacht und sicher halten, daß die morphologischen Verhältnisse der Nodosen gerade auf eine nähere Verwandtschaft zum alpinen *binodosus* hinweisen, während sonst so allgemein die engsten Beziehungen zwischen der Molluskenfauna des unteren und oberen deutschen Muschelkalkes erkennbar sind. Jedenfalls darf man nicht übersehen, daß so hervorstechende Eigentümlichkeiten des altertümlichen und hochmündigen *C. flexuosus* Phil., wie die sichelförmige Schwingung der Rippen auf den Flanken der Wohnkammer und ihr stark vorgebogenes Hinüberlaufen über deren Externfläche, bei unseren schwäbischen Formen mit ziemlicher Deutlichkeit schon auftreten können. Wohl bleibt die Lage der Auxiliarloben zur Nabelkante auch gegenüber der Nodosengruppe als deutliche Differenz bestehen. Aber die Formen, die diesen (vielleicht besonders altertümlichen) Charakter der Lobenlinie besitzen, gehören mindestens zum größten Teil recht tiefen Schichten des Wellengebirges an, von denen bis zum Beginn des Hauptmuschelkalkes noch ein weiter Weg der Entwickelung zu durchmessen war. Und augenscheinlich vollzog sich noch im Wellengebirge in dem Verhalten der Auxiliarloben eine Wandlung. Denn bei den Ceratiten aus dem Schaumkalk χ von Freiburg a. U., die K. v. Fritsch in seiner schon zitierten nachgelassenen Arbeit abbilden ließ (T. VII, Fig. 1—7), liegt der erste Auxiliar schon wesentlich höher und, soweit die Photographie erkennen läßt, ist ihm der zweite auf die Flanke des Gehäuses bereits nachgerückt (Fig. 4). Vielleicht waren es die Nachkommen dieser leider noch zu wenig bekannten Formen, die mit der übrigen Fauna des Wellengebirges in einem noch nicht bekannten Asyl das Interregnum des mittleren Muschelkalkes überdauerten, um dann in die alte Heimat zurückzukehren und eine neue, letzte Blüte ihres Stammes einzuleiten.

10. *Ceratites* cf. *sondershusanus* K. Picard sp.?

T. II, Fig. 9.

Am Abhange der Eichenäcker auf die Jägermühle bei Hallwangen zu fand ich ein eigenartiges, leider in grau elbem, mürbem und etwas glimmerigem Dolomit wenig günstig erhaltenes Bruchstück der Wohnkammer eines großen Ceratiten. Dasselbe lag lose an dem flachen Hange etwa auf der Zone der rauhen Dolomite,

aus denen es dem Gesteinscharakter nach auch wahrscheinlich stammt.

Das Stück übertrifft mit 15 cm Länge und 5,4 cm Windungshöhe alle bisher aus deutschem Wellengebirge bekannt gewordenen echten Ceratiten an Größe. Trotzdem es etwas verdrückt ist, gestattet es doch eine ungefähre Ergänzung zur Scheibe, die mindestens 15 cm Durchmesser und 5,6 cm (= 37 %) Nabelweite besaß.

Die Skulptur ist besonders am vorderen Ende des Bruchstückes einigermaßen deutlich. Kräftige, etwas wulstige Umbonalrippen — etwa 10 oder 11 auf dem letzten Umgang — beginnen schon auf der schmalen, steilen, aber nicht kantig begrenzten Nahtfläche. Die vorderste, am besten erhaltene besitzt nahe der Naht einen wenig deutlichen, dicken Umbilikalknoten, verläuft radial und höher werdend zu einer ferneren, lateralen Anschwellung bei $^2/_5$ der Windungshöhe, wendet sich dann, an Höhe wieder abnehmend, unter stumpfem Winkel nach vorn zu einem derben, stumpf pyramidalen Marginalknoten, von dem sie auf dem breit gerundeten Rücken noch ein Stück weit als schräg nach vorn gerichteter Wulst zu verfolgen ist. Zwischen die Hauptrippen schieben sich einzeln, manchmal auch zu zweien, sekundäre ein, die zum Teil mit den Umbonalrippen an den Lateralknoten verwachsen und am Rande ebenfalls einen Knoten tragen. Ob auf all diesen Rippen zwischen den lateralen und marginalen Knoten noch eine Spiralreihe schwächerer Anschwellungen vorhanden war, ist nicht ganz deutlich.

Der Windungsquerschnitt läßt sich infolge der Verdrückung nicht mit genügender Sicherheit rekonstruieren. Von Loben ist am proximalen Ende des Bruchstückes nur der am weitesten vorspringende, hohe erste Lateralsattel gut zu sehen. Seine Stellung, sowie die des nur angedeuteten zweiten Laterallobus lassen die Möglichkeit zu, daß Hilfsloben außerhalb des Nabelrandes nicht entwickelt waren.

Trotz der unvollkommenen Erhaltung der Skulptur ist es ganz sicher, daß das Stück mit dem immer wesentlich kleineren, viel enger genabelten und ziemlich hochmündigen, auch auf der Wohnkammer nur noch schwache Skulptur besitzenden *Cer. antecedens* nicht zusammengebracht werden kann. Dagegen scheinen mir nähere Beziehungen zu dem von K. Picard in fast demselben Horizont (Schaumkalk α) des Wellengebirges bei Sondershausen in Thüringen aufgefundenen Ammoniten zu bestehen, den dieser Autor als *Bala-*

tonites sondershusanus beschrieben hat[1]. G. v. Arthaber hat später die Form einer Gruppe echter Ceratiten zugewiesen[2], in der vor allem *C. Mojsvari* v. Art. und der durch v. Hauer aus Bosnien beschriebene *C. multinodosus* ihm nahe stehen würden.

Die ziemlich einfache Skulptur des Schwarzwälder Stückes erscheint auf den ersten Blick diesen reich verzierten Formen kaum vergleichbar. Tatsächlich ist sie auch durch weniger dichte Berippung von der des einzigen Exemplares von *C. sondershusanus* verschieden. Weniger dürfte die geringere Entwickelung der Knoten ins Gewicht fallen, da unser Stück für *C. sondershusanus* außergewöhnlich groß wäre, und die auf dem von Picard und v. Arthaber abgebildeten Gehäuse zuletzt schon beginnende Vereinfachung des Knotenschmuckes sehr wohl zu dem an unserem Exemplar beobachteten Verhalten führen kann. Jedenfalls steht es nach der allgemeinen Form des Gehäuses, dem Verlauf und der Art des Vorspringens der Rippen, der Stellung und dem derben Charakter der Knoten den genannten Formen aus der Gruppe des *Cer. cimeganus* von allen von mir verglichenen Ceratiten der Trias am nächsten, wenn es auch keiner der bis jetzt beschriebenen Arten derselben angehören sollte.

Daneben könnte vielleicht noch die Gruppe des *Cer. zoldianus* v. Mojs. in Frage kommen. Sie ist durch ein bisher nicht abgebildetes Bruchstück aus Rüdersdorf[3] auch im norddeutschen Schaumkalk vertreten. Die von E. v. Mojsisovics beschriebenen und abgebildeten, ziemlich kleinen Formen aus der Gruppe bieten indes zum Vergleich mit unserem Stück bisher noch weniger Handhabe, als *C. sondershusanus* und seine Verwandten. Interessant ist immerhin, daß diese Formen im Gegensatz zu *C. sondershusanus* Hilfsloben außerhalb der Nabelumgrenzung nicht besitzen.

11. *Acroura* sp. (aff. *coronaeformis* E. Picard).

T. II, Fig. 10.

Das einzige deutliche Exemplar einer Ophiure, das mir bis jetzt aus dem Wellengebirge der Gegend von Freudenstadt vorliegt[4],

[1] 1892. Zeitschr. d. D. geol. Ges. XLIV, S. 483, T. XXIV, Fig. 1—4, S.

[2] 1896. Die Cephalopodenfauna der Reiflinger Kalke I, S. 50 ff. Beitr. z. Paläont. Österreich-Ungarns und des Orients X; — s. auch K. Picard in Z. d. D. g. G. LI, 1899, S. 299.

[3] v. Mojsisovics, l. c. S. 69.

[4] Die kleinen Formen aus dem unteren mos aus der „Lehmgrube" nordwestlich Dornstetten (s. oben S. 60) sind nicht allzu deutlich erhalten. Ihre

stammt dem Gestein nach aus den Schichten mit *Homomya Albertii*. In diesen Schichten sind ja auch die Gervilleien, an denen das Gesteinstück reich ist und auf deren einer die Ophiure sitzt, lagenweis in größter Häufigkeit vorhanden (s. oben S. 41). Gefunden wurde die Ophiure von Herrn Reallehrer Bauer in Alpirsbach.

Das Exemplar besteht aus hartem, gelblichem Dolomit und zeigt die Unterseite. Es ließ sich aus einer weicheren, etwas tonigen, dolomitischen Mergelmasse ganz gut herauspräparieren. Nur die feineren Einzelheiten des Peristoms konnten nicht mit ausreichender Deutlichkeit herausgearbeitet werden.

Der Durchmesser der Scheibe beträgt fast 7 mm. Ihre Unterfläche macht, wo sie erhalten ist, einen gekörnelten Eindruck.

Das Peristom ist etwa 2,5 mm breit. An ihm sind nur stark entwickelte, zwischen den Armen gerundet nach außen vorspringende Mundschilder gut zu erkennen. Von Seitenmundschildern, Mundeckschildern oder gar Mundpapillen ist deutliches nicht nachzuweisen.

Von den Armen ist keiner bis zur Spitze erhalten. An dem längsten erhaltenen Stück, das fast 15 mm mißt, dürften immer noch reichlich 10 mm fehlen. Ihr Durchmesser beträgt an der Scheibe 1,3 mm und sinkt an dem längsten Stück langsam und ganz gleichförmig bis auf $^3/_4$ mm. Dieses besitzt in seinem Verlauf 24 Glieder, die proximal breiter sind, als lang. Am Ende des Stückes sind sie mindestens so lang, wie breit, dürften also weiter nach der fehlenden Spitze zu noch etwas schlanker gewesen sein. Von den gut erhaltenen Deckschildern der Arme springen die ventralen in Form etwas in die Länge gezogener, rundlicher, ziemlich kleiner Buckel in der Medianlinie vor. Im übrigen werden sie von den Lateralschildern bedeckt, die sich mit einem ansehnlichen Fortsatz über sie hinwegschieben, die Ambulakralporen im Bogen umfassend. Diese Fortsätze berühren sich schon im proximalen Anteil der Arme gewöhnlich in der Mediane. Weiterhin, etwa vom 12. Gliede an, stoßen sie immer breiter in der Mitte zusammen. Etwa vom 20. Gliede an ist ihre Berührungsnaht so lang oder länger, als der vom Ventralschild ausgefüllte Zwischenraum. Stachel sind an keiner

---

Scheiben haben kaum 2,5 mm im Durchmesser. Beide, einer *Lima* aufsitzende Exemplare zeigen die Ventralfläche. Der Gesamthabitus, das Peristom, die Form der Arme und was von deren feinerem Bau einigermaßen deutlich ist, verweist auch sie in das Genus *Acroura*, und zwar in die nähere Verwandtschaft der größeren Form aus dem mittleren Wellengebirge.

Stelle in situ ganz deutlich, doch sind abgefallene in der Nähe der Arme mehrfach auf dem Gestein verstreut.

Es geht aus diesen Merkmalen mit Sicherheit hervor, daß die vorliegende Form der Gattung *Acroura* im Sinne ANDREAE's[1] angehört. Für eine genauer motivierte Speziesbestimmung reicht der Erhaltungszustand nicht aus. Am nächsten dürfte die Form der *Acroura coronaeformis* E. PICARD stehen, die dem thüringischen Nodosenkalk angehört[2]. Unsere Form übertrifft indes diese Art wesentlich in der Größe. Ein näherer Vergleich erscheint auch dadurch ausgeschlossen, daß von jener Art nur die Oberseite, von der unsrigen nur die Unterseite bekannt ist.

[1] 1893. Das Vorkommen von Ophiuren in der Trias der Umgebung von Heidelberg. Mitt. Großh. Bad. Geol. Landesanst. III, 1, S. 8.

[2] 1858. Zeitschrift für die ges. Naturwissenschaften, Bd. XI, S. 482 ff., T. IX, Fig. 1—3.

UNIV. OF
CALIFORNIA

UNIV. OF
CALIFORNIA

K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Carl Grüninger (Klett & Hartmann), Stuttgart

2. Beilage

zu

JAHRESHEFTE DES VEREINS FÜR VATERLÄNDISCHE NATURKUNDE IN WÜRTTEMBERG,

64. Jahrg. 1908.

Mitteilungen

der

Geologischen Abteilung

des

K. Württembergischen Statistischen Landesamts,

herausgegeben von dem

K. Württ. Statistischen Landesamt.

No. 4. **Manfred Bräuhäuser:** Über Vorkommen von Phosphorsäure im Buntsandstein und Wellengebirge des östlichen Schwarzwalds.

No. 5. **Georg Schlenker:** Geologisch-biologische Untersuchungen von Torfmooren: Das Schwenninger Zwischenmoor und zwei Schwarzwald-Hochmoore in bezug auf ihre Entstehung, Pflanzen- und Tierwelt. Mit 2 Tafeln Abbildungen und 1 Übersichtskarte.

Stuttgart.
1908.

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Württ. Statist. Landesamtes.
No. 4. 1907.

Über Vorkommen von Phosphorsäure im Buntsandstein und Wellengebirge des östlichen Schwarzwalds.

Von **Manfred Bräuhäuser.**

Der Gedanke, die im bisherigen Arbeitsgebiet der geologischen Spezialaufnahme anstehenden Sedimente systematisch auf Phosphorsäure durchzuprüfen, legte sich zuerst nahe, als im Jahre 1906 bei einer Analyse der als Meliorationsmittel geschätzten Röthtone ein überraschend hoher Gehalt an P_2O_5 festgestellt wurde (cf. Begleitworte zu Blatt Freudenstadt S. 88). Nun ergaben später auch Böden vom Wellengebirge deutliche Phosphorsäurereaktionen, einige sogar relativ hohe Zahlenwerte (z. B. 0,16 % P_2O_5). Als aber im Gebiet des Blatts Altensteig das obere Konglomerat des Buntsandsteins und in der vom Verfasser im Sommer 1906 geologisch aufgenommenen Westhälfte des Blatts Simmersfeld die auf geröllfreiem mittlerem Buntsandstein gebildeten Ortsteine sich gleichfalls phosphorsäurehaltig erwiesen, mußte auf ein ganz allgemeines, vielleicht von Schicht zu Schicht wechselnd starkes Vorkommen der — in den sonst nährstoffarmen roten Sandsteinen nicht vermuteten — Phosphorsäure geschlossen werden.

Eine systematische Untersuchung sollte hierüber Gewißheit schaffen.

Im Verlauf der nachher beschriebenen chemischen Untersuchung wurde nach der von F. Hundeshagen angegebenen Methode gearbeitet. (Vergl.: Neue Anwendungen der Alkali- und Acidimetrie. Chemikerzeitung 1894. 18. No. 25, 28 und 30.)

Aus den bei der sommerlichen Aufnahmearbeit gesammelten Belegstücken wurde zunächst eine Durchschnittsprobe zusammengestellt; von der beim Zerkleinern im Porzellanmörser innig durchmengten, gepulverten, lufttrockenen Substanz wurden mit größter Genauigkeit 5,0000 g abgewogen und sodann 2 Stunden lang mit

verdünnter Salzsäure auf dem Wasserbad erhitzt. Hierbei wurden jedenfalls alle der Pflanzenwurzel zugänglichen Phosphate zersetzt und gelöst.

Das weitere Verfahren war folgendes:

Von dem in Salzsäure unlöslichen, bei den Buntsandsteinproben meist aus Quarzsplittern bestehenden Rückstand wird abfiltriert, die klar abgelaufene Lösung in flacher Porzellanschale aufs Wasserbad zurückgebracht und eingedampft. Dann wird die Schale mit dem von der eingedampften Lösung übrig gebliebenen Trockenrückstand auf dem Tondreieck über einen kleinen Ringbrenner gesetzt und ihr Inhalt mit einigen Tropfen konzentrierter Salzsäure durchfeuchtet. Bei der gleichmäßigen, ruhigen Erwärmung durch die vom Flammenkranz aufsteigenden Wirbel heißer Luft verflüchtigt sich die Salzsäure schnell, ohne daß durch Spritzen ein Materialverlust eintritt. Das Aufnehmen des Trockenrückstands mit konzentrierter Salzsäure und das Wiedereintrocknen desselben wird je fünfmal nacheinander ausgeführt, um dadurch die gelatinöse, beim ersten Abfiltrieren teilweise durchs Filter gegangene, von der Zersetzung der Silikate während des Digerierens herrührende Kieselsäure in die unlösliche Form von weißer, amorpher Kieselsäure überzuführen. Dann kann abfiltriert werden und dadurch wird eine durch sie verursachte Störung im späteren Verlauf der Arbeit unmöglich gemacht. Nach dem Eintrocknen wird unter Zusatz von Salpetersäure mit destilliertem Wasser aufgenommen, die Schale zu leichter Erwärmung und rascher Lösung der Trockensubstanz nochmals kurz aufs Wasserbad gesetzt und nachher, wie schon gesagt, von der unlöslich gewordenen Kieselsäure abfiltriert. Diese bleibt dann teils in kleinen weißen Flöckchen in der Schale hängen, teils wird sie auf dem Filter zurückgehalten. Oftmals ist hierbei so viel Kieselsäure gefunden worden, daß eine quantitative Bestimmung Werte von bis zu 0,0125 g SiO_2 lieferte.

Hieraus ergibt sich, von welcher Wichtigkeit für nachherige genaue P_2O_5-Bestimmungen das sorgfältige Abscheiden der Kieselsäure ist.

Das abgelaufene salpetersaure Filtrat wird zunächst mit einem kleinen Schuß Molybdänsäure versetzt; sodann muß, um ein Optimum der die gewünschte Fällung bedingenden Umstände möglichst zu treffen, die ziemlich stark saure Flüssigkeit durch vorsichtige tropfenweise Zugabe von Ammoniak abgestumpft werden. Dies geschieht unter fortwährendem Rühren mit dem Glasstab. Bald beginnt sich der gewollte kristallinische Niederschlag von phosphormolybdänsaurem Ammoniak $[PO_4(MO_3)_{12}(NH_4)_3]$ auszuscheiden und man erreicht durch die Abstumpfung mit NH_3 bei sorgfältiger Beobachtung des Vorgangs denjenigen (schwachen) Säuregrad, bei dem sich das Ammoniumphosphormolybdat vollständig abscheidet. Zur Erleichterung der Fällung, die oft — namentlich beim Reiben der Glaswände mit dem gummibewehrten Glasstab — plötzlich und überraschend einsetzt, steht das Becherglas während dieser Zeit leicht erwärmt auf dem Wasserbad.

Über die Verhältnisse, welche eine vollständige Ausfällung bedingen, die Lösungsfähigkeit des Niederschlags im Überschuß der Säure, die Bedingungen der Temperatur und Konzentration und den Einfluß des Gehalts der Lösung an fremden Salzen gibt eine sehr wertvolle, erschöpfende Arbeit von HUNDESHAGEN

eingehende Belehrung („Analytische Studien über die Phosphordodekamolybdänsäure, die Bedingungen ihrer Bildung und ihre Abscheidung als Ammoniumsalz").

Wenn man nach längerem Stehenlassen annehmen kann, daß die hochempfindliche Reaktion beendet ist, wird behutsam abfiltriert. Becherglas, Glasstab und Filter durch Abspritzen mit destilliertem, mit einigen Tropfen Molybdänsäure und Salpetersäure versetztem Wasser ausgewaschen, wobei allerdings der Niederschlag zum Teil auch am Glasstab und an den Wänden des zur Fällung benützten Becherglases hängen bleiben darf. Denn bei der nun folgenden Wiederauflösung mit Ammoniak wird derselbe Glasstab und dasselbe Becherglas verwandt.

Allerdings bietet sich, nach der Abscheidung des Ammoniumphosphormolybdats die Möglichkeit, den gewonnenen Niederschlag unter Verwendung von 1% iger alkoholischer Phenolphtaleïnlösung als Indicator direkt mit $^1/_{10}$-Normal-Natronlauge zu titrieren, aber hierbei werden leicht zu hohe Werte berechnet. Den fast immer beginnt sehr bald nach der Bildung des Phosphorniederschlags die Abscheidung von Molybdänsäurekristallen. Selbst da, wo nur an den Wandungen des Fällungsgefäßes durch Reiben mit dem Glasstab eine strichweise Ausfällung erreicht wurde, beginnen sich alsbald die schlanken, prismatischen Molybdänsäurekristalle mit einzunisten und in reicher Zahl liegen sie in der gelben kristallinen Hauptmasse des Ammoniumphosphormolybdats mit eingebettet. Der hier drohende Fehler wird aber ganz vermieden bei der folgenden, vom Verfasser durchweg angewandten Methode. Der gelbe Niederschlag wurde vom Filter in das ausgespülte bisherige Fällungsgefäß mit Ammoniak zurückgelöst. Nun wurde, um genügend Chlorammonium zu erzeugen, so viel Salzsäure zugesetzt, daß der Niederschlag eben wieder erschien. Hierauf kam nochmals reichlich Ammoniak hinzu und in die nun stark ammoniakalische Flüssigkeit wurde Magnesiamischung gegeben. Zur Beschleunigung der Ausfällung des phosphorsauren Ammonmagnesiums ($PO_4NH_4Mg \cdot 6H_2O$) wurde die Flüssigkeit noch eine halbe Stunde lang fortgesetzt stark durchgerührt, wobei die kleineim Laboratorium befindliche Turbine vortreffliche Dienste tat. Vom abgesetzten Ammonmagnesiumphosphat wurde die Flüssigkeit mit Hilfe von Saugflasche und Wasserstrahlpumpe abgesaugt, hierauf das noch vorhandene Ammoniak durch Auswaschen mit 96%igem Alkohol so gründlich entfernt, daß ein zugegebener Tropfen Rosolsäurelösung keine Rotfärbung mehr entstehen ließ. War so die vollständige Entfernung des Ammoniaks erwiesen, so wurde mit $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure der mitsamt dem Filter im Becherglas in destilliertem Wasser zerteilte Niederschlag titriert, wobei Methylorange als Indikator diente.

Der Berechnung lag zu Grund, daß je 1 ccm $^1/_{10}$ Normal-HCl 0,00355 g P_2O_5 entsprach (cf. Hundeshagen, Chemikerzeitung l. c. Sonderabdruck S. 1).

Das untersuchte Material stammt, soweit es sich um den Buntsandstein handelt, hauptsächlich aus den Blattgebieten Simmersfeld und Altensteig, die Stücke aus dem Wellengebirge waren vorwiegend auf Blatt Alpirsbach und Freudenstadt gesammelt. Der besondere Grund, die Buntsandsteinproben aus dem Gebiet zwischen Enz und Nagold (Wildbad-Altensteig) zu erwählen, gab sich aus der Erwägung, daß der dort sehr mächtig entwickelte Buntsandstein weithin das Taggebirge bildet, während er bei Alpirsbach schon weniger mächtig

ist und infolge des steileren Einfalls der Schichten nicht so weithin zutage tritt. Zwischen Wildbad und Altensteig wandert man mehr als vier Stunden immer durch Buntsandstein und hat in allen Horizonten vom Eckschen Konglomerat bis zum oberen Buntsandstein Gelegenheit, Proben an räumlich sehr weit von einander entfernten Aufschlüssen zu entnehmen. Dasselbe Ecksche Konglomerat tritt im Großenztal, im Nagoldtal bei Erzgrube, im Kleinenztal und im Teinachtal hervor.

Diese sehr einsame und wenig bekannte Waldlandschaft ist hervorragend geeignet, die ganz verschiedene bodenkundliche Bedeutung der einzelnen Abteilungen des Buntsandsteins zu studieren. Sobald der mittlere Buntsandstein in den Tälern heraustritt, hört die Besiedlung derselben im wesentlichen auf; nur schmale Wiesenbänder — sich oft genau deckend mit dem auf der Karte als a ausgeschiedenen Talboden — liegen noch drin. Die Besiedlung folgt dem oberen Buntsandstein, dessen verhältnismäßig reicher Kaligehalt in tonigen Böden dem Feldbau zustatten kommt. Selbst die letzten, westlichsten, inselförmigen Flecken oberen Buntsandsteins wurden herausgefunden und urbar gemacht. (Zerstreute Häusergruppen der Gemeinde Bergorte je auf So-Flecken, Bl. Simmersfeld.) Das Gebiet des nährstoffarmen mittleren Buntsandsteins ist durchweg mit Wald bestockt; in einigen Partien ist starker Ortstein entwickelt. Soviel über die Beschaffenheit des in Rede stehenden Gebiets.

Die Phosphorsäurebestimmungen ergaben im einzelnen folgende Werte:

A. Buntsandstein.

I. Unterer Buntsandstein (su).

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
1. Arkose des unteren Buntsandsteins. Ecke bei der Ausmündung des Kälbertals ins Großenztal. Bl. Simmersfeld.	Gemenge wenig gerundeter Körner, vorwiegend Quarz und viel roter Ton. Wenig Karbonate. Verwendet zur Analyse: Abgesiebter Sand von Korngröße < 1 mm.	Leicht ausgebleicht: viel Quarz; Eisenoxyd offenbar z. T. als Schuppen in anderen Mineralien und der Säure unerreichbar geblieben.	0.212 %

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
2. Schlammkonglomerat über Arkose 1. Ecke bei der Ausmündung des Kälbertals ins Kleinenztal. Bl. Simmersfeld.	Gelbliche, karbonathaltige, tonige Masse.	Feinsand.	0,000 %
3. Durchschnitt des übrigen Profils im unteren Buntsandstein. Ecke bei der Ausmündung des Kälbertals ins Großenztal. Bl. Simmersfeld.	Feinkörniger, mürber Tigersandstein und schiefrige Sandsteine mit Tonlagen. Sehr karbonatreich. Lagenweis bis zu 10 % CaO nachgewiesen.	Feinsand, etwas schlammig und mit viel Glimmer.	0,053 %

II. Eck'scher Geröllhorizont (smc 1).

4. Fleckiges Gestein aus smc 1, Waldwinkel zwischen Aiterbächle und Kegelbach. Bl. Simmersfeld.	Ziemlich grobsandiges, kaum noch karbonathaltiges, bläulich bis grünlich verfärbtes Gestein mit großen Mangankugeln.	Größtenteils Quarzkörner. Weiß, selten rötlich. Nebenher viele dunkle Mineralkörner.	0,078 %
5. Eckasches Konglomerat. Erster Punkt mit anstehendem Eckschem Konglomerat an der Fahrstraße im Kleinenztal gegenüber der Mündung des Enzensbächles. Bl. Simmersfeld.	Weiche Sande mit vielen, z. T. großen Geröllen von Granit und Porphyr. Verwendet zur Analyse: Abgesiebter Sand von Korngröße < 1 mm. Lauter ameiseneierartige, gut polierte Körner in reichlichem Ton.	Vorherrschend Quarz, daneben andere, verschieden gefärbte Mineralkörner.	0,071 %

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
6. Ecksches Konglomerat. Ecke der Kleinenzstraße gegenüber der Agenbacher Sägmühle. Bl. Simmersfeld.	Sandiges Material mit reichlichen Geröllen von Quarz und vielen Hornsteinen. Reichliche Verbreitung von Kaolin. Verwendet zur Analyse: Abgesiebter Sand von Korngröße < 1 mm.	Wie bei No. 5.	0,071 %
7. Ecksches Konglomerat. Aufschluß im Wasserriß westlich der Kleinenztalstraße, nördlich vom Höllgrund. Unweit der Grenze von Bl. Wildbad. Bl. Simmersfeld.	Material ähnlich wie bei No. 6, aber speckiger durch reiche Massen von teils in Zersetzung begriffener, teils schon in Kaolin umgewandelter Feldspatsubstanz, die leicht gelblich erscheint. Verwendet zur Analyse: Abgesiebter Sand von Korngröße < 1 mm.	Wie bei No. 5.	0.071 %
8. Ecksches Konglomerat. Hangender Teil desselben. Teinachtal unterhalb Schmich. Bl. Simmersfeld.	Etwas festeres Gestein z. T. infolge einer nahen Verwerfung verkieselt. Verwendet zur Analyse: Abgesiebter Sand von Korngröße < 1 mm.	Quarzsand stark vorherrschend.	0,45 %
9. Ecksches Konglomerat. Hangender Teil Schürfstelle am linken Hang neben dem in No. 7 bezeichneten Wasserriß. 5 m unterhalb des Beginns des geröllfreien mittleren Buntsandsteins. Kleinenztal. Bl. Simmersfeld.	Material wie bei No. 5.	Wie bei No. 6.	0,44 %

III. Mittlere geröllfreie Zone. (Bausandstein, sm.)

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
10. Rote Tonschiefer der Grenze von smc 1 und sm. Wasserriß nördlich vom Höllgrund. Kleinenztal. Bl. Simmersfeld.	Rote, ziemlich harte und der Zerkleinerung zäh widerstehende Tonschiefer mit etwas Feinsand und Glimmer.	Graue, schlammige Masse mit Glimmerschuppen.	0,142 %
11. Rote Tonschiefer. Der Grenze von smc 1 und sm. Etwas höhere Lage als bei No. 10. Wasserriß nördlich vom Höllgrund. Kleinenztal. Bl. Simmersfeld.	Etwas sandiger, aber ähnlich wie bei No. 10.	Wie bei No. 10. Noch mehr Glimmerschuppen.	0,128 %
12. Gestein vom unteren sm. Jedenfalls sehr nahe über dem (nicht mehr zutage tretenden) Eckschen Konglomerat. Baiermühle im Köllbachtal. Bl. Simmersfeld.	Mürbes, grobsandiges Gestein mit viel Kaolin. Bei der Verwitterung zu Grus zerfallend.	Feiner Quarz und einige opake Bestandteile.	0,078 %
13. Gestein von mittlerem Buntsandstein. Noch recht nahe dem Eckschen Konglomerat. Heimbachtal bei Sterneck. Bl. Alpirsbach.	Grobsandige Massen mit reichlich zwischengemengtem Kaolin. Zuweilen noch ein vereinzeltes Geröllstück.	Leicht rötliche Quarze neben verschiedenartigem fremdem Mineralstaub.	0,071 %
14. Gestein aus der auffallend gefärbten manganfleckigen Schicht mit den Toneinlagen. Mittlerer Buntsandstein. Zwerchbachtal. Bl. Simmersfeld.	Feinkörniger Sandstein mit reichlichen Manganflecken und vielen Einschlüssen von Ton.	Feiner Quarz und einige opake Bestandteile.	0,092 %

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
15. Weiße Lage im Bausandstein im Fünfbronner Gemeindebruch an der Straße Simmersfeld—Fünfbronn. Neben der Grenze von Bl. Enzklösterle und Bl. Simmersfeld.	Weiße, fast an Stubensandstein erinnernde Lage in dem mittelfeinkörnigen weiß und rötlich gestreiften, kreuzgeschichteten Sandstein.	Feiner heller Schlamm mit Quarz und etwas Glimmer.	0,054 %
16. Harter, ziemlich verkieselter mittlerer Buntsandstein. Lesestücke aus dem Schutt im Waldwinkel zwischen Aiterbach und Kegelbach. Bl. Simmersfeld.	Gesteinsmasse, bestehend aus kleinen, dicht zusammenliegenden Quarzen, jedes Körnchen orientiert umwachsen mit sekundär abgeschiedener SiO_2. Auf den Bruchflächen lauter kleine spiegelnde Kristallflächen.	Feiner Quarz fast ohne fremde Beimischungen.	0,048 %
17. Ortstein vom Peterschachen am rechten Gehänge des Kälbertals. Bl. Simmersfeld.	Harte, rotbraune durch abgeschiedene Humate ziemlich fest verkittete Massen. Vergl. auch Erläuterungen zu Bl. Freudenstadt S. 69, 75—81. Bl. Obertal-Kniebis S. 138—148.	Quarze und fremde Mineralien nebst beigemengter schwarzer organischer Substanz.	0,071 %

IV. Das Hauptkonglomerat (smc 2).

18. Gestein mit Tongallen aus dem Bömbachtal bei Altensteig. Bl. Altensteig.	Dunkelrotes Gestein mit zahlreichen Tonlagen und einzelnen weißen Flecken und Streifen.	Quarze.	0,134 %

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
19. Gestein einer dem Horizont von No. 18 etwa entsprechenden Lage. Seltergraben bei Altensteig. Bl. Altensteig.	Wie bei No. 18.	Wie bei No. 18.	0,067 %
20. Gestein von smc_2 2. 10 m unter der Grenze von smc_2 und so. Seltergraben bei Altensteig. Bl. Altensteig.	Typischem so-Gestein petrographisch genau gleich. Reichlich Glimmer.	Feiner Quarz und viel Glimmer.	0,053 %
21. Gestein von smc_2. Oberste Lesestücke vor der Grenze smc_2/so. Straße Altensteig—Überberg. Bl. Altensteig.	Grobsandige massenhafte geröllführende harte Blöcke.	Quarzsand.	0,030 %

V. Oberer Buntsandstein (so).

1. Normales Gestein.

22. Gestein von Aichhalden OA. Calw. Glimmerreiche Lagen. Bl. Simmersfeld.	Dünnplattiges, weiches, sehr glimmerreiches Gestein, das sich stark kalihaltig erwies.	Viel Glimmer.	Deutliche Spuren.
23. Gestein des Kegelshardt bei Berneck. Bl. Simmersfeld.	Stark rotes Gestein, ziemlich feinkörnig.	Quarzstaub.	Schwache Spuren.
24. Estherienführende Lagen im oberen Buntsandstein. Freudenstadter Gegend. Bl. Freudenstadt.	Glimmer selten in den analysierten Stücken. Stark tonige Lagen mit massenhaften Estherien.	Etwas Glimmer etc.	Schwache Spuren.

2. Eingelagerte dolomitische Masse mit Organismenresten.

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
25. Gestein mit erkennbaren Organismenresten (Saurierknochen). Allmand bei Ebershardt. Bl. Simmersfeld.	Karbonatreiches Gestein. An einer Stelle nachgewiesen: CaO = 7,66 % der Gesamtsubstanz.	Etwas Quarz.	0.150 %
26. Durchschnittsproben desselben Gesteins wie bei No. 25 unter sorgfältigem Ausschluß erkennbarer Organismenreste. Allmand bei Ebershardt. Bl. Simmersfeld.	Karbonatreiches Gestein. An einer Stelle nachgewiesen: CaO = 7,66 % der Gesamtsubstanz.	Etwas Quarz.	0,142 %

3. Übergang Plattensandstein-Röthtone.

27. Anstehendes Gestein. Baugrube bei Ebershardt. Bl. Simmersfeld.	Äußerlich schon den Röthtonen ähnlich.	Rot bleibende, feinschlammige Masse mit etwas Quarz.	Schwache Spuren.

VI. Die Röthtone (sor).

1. Von Freudenstadt.

28. Röthton aus Bachers Ziegelei beim Hauptbahnhof Freudenstadt. Bl. Freudenstadt.	Intensiv rote Tone aus höheren Lagen mit auf den Klüften abgeschiedenem Eisenrost.	Feiner Quarz in geringer Menge.	0.142 %
29. Röthton von demselben Bruch wie No. 28. Bl. Freudenstadt.	Genau wie bei No. 28, aber aus tieferen Lagen.	Feiner Quarz in geringer Menge.	0,164 %

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
30. Röthton aus der Grube für einen Bremsberg. Unweit Bachers Ziegelei beim Hauptbahnhof Freudenstadt. Bl. Freudenstadt.	Genau wie bei No. 28, aber aus tieferen Lagen.	Feiner Quarz in geringer Menge.	0,310 %
2. Vom Nagoldgebiet.			
31. Röthton aus dem Bruch links der Landstraße nach Nagold. Rohrdorf O.A. Nagold. Bl. Nagold.	Genau wie bei No. 28, aber aus tieferen Lagen.	Feiner Quarz in geringer Menge.	0,244 %
32. Roter Röthton von Ebershardt. Bl. Simmersfeld.	Genau wie bei No. 28, aber aus tieferen Lagen.	Feiner Quarz in geringer Menge.	Sehr schwache Spuren.
3. Aus der Alpirsbacher Gegend.			
33. Rote Röthtone vom Aischfeld bei Alpirsbach. Bl. Alpirsbach.	Genau wie bei No. 28, aber aus tieferen Lagen.	Feiner Quarz mit etwas Glimmer.	Kaum eine Spur.
34. Untere grüne Lagen im Röthton vom Aischfeld bei Alpirsbach. Bl. Alpirsbach.	Grüne bis weißliche, leicht mit Sand versetzte glimmerreiche Massen.	Feinsand und Glimmer.	0,113 %
35. Höhere grüne Lagen im Röthton vom Aischfeld bei Alpirsbach. Bl. Alpirsbach.	Grüne bis weißliche, leicht mit Sand versetzte, glimmerreiche Massen.	Feinsand und Glimmer.	0,120 %

VII. Anhang zu den Werten im oberen Buntsandstein.

Aus einem Bodenprofil.

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
36. Gesunder roter Ton, hervorgegangen aus verwitterndem oberen Buntsandstein. Wasserundurchlässiger tiefster Untergrund der Hardtmisse bei Ettmannsweiler. Bl. Simmersfeld.	N.B. Gelöstes Eisenoxyd im salzsauren Auszug: 4,86 % der Gesamtsubstanz.	Sehr viel Quarzsand.	0,033 %
37. Ausgebleichter Sand und Ton, hervorgegangen aus demselben Verwitterungsmaterial wie No. 36. Durch Humussäuren reduziert und entfärbt unter mächtigem Rohhumus. Hardtmisse bei Ettmannsweiler. Bl. Simmersfeld.	N.B. Durch Salzsäure gelöstes Eisenoxyd: 0,74 % der Gesamtsubstanz.	Sehr viel Quarzsand.	0,014 %

B. Wellengebirge.[1])

mu1 der Karte.

38. Liegende Dolomite. Linguladolomite. Lochäcker beim Gründelhof. Bl. Altensteig.	Gelbe, kristallinische Dolomite.	Quarzstaub.	0,085 %
39. Dentalienschicht. Grube südlich von Aischfeld bei Alpirsbach. Bl. Alpirsbach.	Gelbe, löcherige Dolomite mit reichlicher Beimengung von Malachit.	Etwas Quarz und graue Tonsubstanz.	0,049 %

[1]) Vergl. hauptsächlich Erläuterungen von Blatt Freudenstadt S. 31—45 und S. 89—91.

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
mu2 der Karte.			
40. Hauptlagen der *Beneckeia Buchi*. Bl. Freudenstadt.	Mergel und kalkige Bänkchen.	Quarzstaub und Tonsubstanz.	0,133 %
41. Wurstelbänke, unterer Teil. Bl. Freudenstadt.		Wie bei No. 40.	0,115 %
42. Wurstelbänke, oberer Teil. Bl. Freudenstadt.		Wie bei No. 40.	0,160 %
43. Reichste Probe aus den Wurstelbänken. Bl. Freudenstadt.		Wie bei No. 40.	0,195 %
44. Schwarze Schiefer der *Terebr. vulgaris*. Bahneinschnitt bei Dornstetten. Bl. Freudenstadt.	Zähe, auch bei der Verwitterung nicht bleichende dünne Schiefer.	Feiner Schlamm.	0,093 %
45. Schichten zwischen den Orbikularismergeln und der Spiriferinenzone. Bl. Freudenstadt.	Mergel.	Wie bei No. 40.	0,054 %
mu3 der Karte.			
46. Hangende Dolomite von mu3. Bl. Freudenstadt.	Graue, erdige, meist grobplattige Dolomite.	Graue, schlammige Masse.	0,040 %

Anhang zum Wellengebirge.

Werte aus dem darüber folgenden mittleren Muschelkalk.

Bezeichnung des untersuchten Gesteins und Fundort.	Beschaffenheit des Gesteins	Beschaffenheit des in HCl unlöslichen Rückstands.	P_2O_5
47. Kiesel. Oolith aus dem mittleren Muschelkalk von Betzweiler. Bl. Alpirsbach.	Grauweiße, z. T. von verkieselten Fossilien erfüllte Oolithe.	Schwarze Feuersteinsplitter und helle kristalline Quarzmasse.	Deutliche Fällung.
48. Ton aus den unteren Horizonten des mittleren Muschelkalks. Einfürst b. Breitenau. Bl. Alpirsbach.	Grauer, gewöhnlicher Ton.	Graue, schlammige Masse.	Keine Spur.
Zur Diskussion beizuziehende Werte.			
49. Kegelbachgranit. Frisches Gestein. Kegelbachtal. Bl. Simmersfeld.	Grobkörniger, glimmerreicher Granit.	Glimmerschuppen, Quarzsplitter und Bruchstücke von Feldspat.	0,100 %
50. Kegelbachgranit. Verwitterungsmaterial. Kegelbachtal. Bl. Simmersfeld.	Grusiges, mit großen Glimmern überreich durchmengtes Material. Zur Analyse verwendet: abgesiebter Sand von Korngröße < 1 mm.	Wie bei No. 49.	0,426 %

Diskussion der gefundenen Werte.

A. Buntsandstein.

Die Werte, welche für den Buntsandstein ermittelt wurden, teilen sich, wenn man von den Röthtonen vorläufig absieht, in drei Gruppen. Von unten nach oben durchs Profil steigend, begegnet man dieser Reihenfolge:

Werte im unteren Buntsandstein von der Arkose zur Obergrenze: 0,212% — 0,053%, wobei der in der Tabelle zwischenstehende Wert „0" für das Schlammkonglomerat übersprungen ist, da es sich dabei um eine etwa 30 cm mächtige Schicht von nur ganz lokalem Vorkommen handelt, einer Schicht, die auch sonst in jeder Beziehung von der normalen Ausbildung des übrigen Gesteins abweicht.

Werte im mittleren Buntsandstein nach **Horizonten** von unten nach oben geordnet:

a) Ecksches Konglomerat: 0,078% — 0,071% — 0,071% — 0,071% — 0,045% — 0,044%.

b) Geröllfreier mittlerer Buntsandstein: 0,142% — 0,128% — 0,078% — 0,070% — 0,054% — 0,048%.

Hierbei ist der Wert der auffallenden Lage im Zwerchbachtal übersprungen, da es sich auch hier wieder um eine vom übrigen normalen Gestein abweichende lokale Bildung handelt.

Werte im Hauptkonglomerat: 0,134% — 0,067% — 0,053% — 0,030%.

Werte im normalen oberen Buntsandstein: Deutliche Spuren — Schwache Spuren — Schwache Spuren.

Es ergibt sich also im Buntsandstein (wenn man von den Werten besonders ausgebildeter, wenig mächtiger Bänkchen von nur lokaler Bedeutung absieht und ferner berücksichtigt, daß sich der Phosphorsäuregehalt gerne in die tonigen Lagen konzentriert) ein System von drei rhythmisch sich wiederholenden Gruppen gleichmäßig sich verringernder P_2O_5-Werte, das allerdings mit der Eckschen Dreiteilung in unteren, mittleren und oberen Buntsandstein nicht übereinstimmt. Jede dieser Gruppen beginnt im unteren Teil mit auffallend hohen Werten, die langsam, aber stetig abnehmen, bis beim höchst gelegenen Gestein der niederste Wert für P_2O_5 erreicht ist.

Diese drei Gruppen sind:

1. Der untere Buntsandstein.
2. Das Ecksche Konglomerat und der geröllfreie mittlere Buntsandstein.
3. Das Hauptkonglomerat und der obere Buntsandstein.

Jede dieser drei Gruppen ist auch bei einer allgemein geologischen Betrachtung den andern beiden analog.

Jede beginnt mit einer Schicht fremder Geschiebe und Gerölle, welche bei der liegenden Arkose des su sowie beim smc 1, nachweis-

lich kristallinen Gesteinen entstammen.[1] In jeder Gruppe ist das Verhältnis des oberen zum unteren Teil das gleiche; bei einer jeden bedeutet der erste Anfang des unteren Teils, geologisch gesprochen, ein — vielleicht katastrophenartiges — Einsetzen einer andern Zeit nach vorangegangenen Perioden gleichmäßiger ruhiger Entwicklung. Am deutlichsten kann man dies beobachten bei einer Durchquerung der Westhälfte von Blatt Simmersfeld, wenn man etwa vom Großenztal durchs Kälbertal bergan steigt und übers Kleinenztal hinweg nach Oberweiler, dem Anfang des zusammenhängenden so-Gebiets geht. Dieser Weg führt durchs ganze zu besprechende Profil.

Zuunterst, direkt über dem Wildbader Granit, beginnt der Buntsandstein mit einer Arkose, die nach oben hin echte Gerölle enthält und allmählich zu normalen Schichten von unterem Buntsandstein überleitet. Nach der sicher still und friedlich vor sich gegangenen Ablagerung der feinkörnigen glimmerreichen Sandsteine des su brechen die Fluten herein, welche die ungeheuren Geröllmassen des Eckschen Konglomerats absetzen. Allmählich beruhigen sich die Verhältnisse wieder: Statt der großen Geschiebe kommen kleinere Gerölle, schließlich nur noch grobe Sande und nach diesem allmählichen Ausklingen einer ereignisreichen Zeit folgen lange ruhige Perioden, in denen sich nur noch Sande, oft recht feinkörnige Sande, anhäufen. Plötzlich kommt wieder ein großer Umschwung: In oft sich wiederholendem Ansturm (viele einzelne Geröllbänke) brausen die Wasser herein, welche die Gerölle des Hauptkonglomerats bringen. Aber auch diese Ereignisse gehen vorbei, allmählich kehren ruhigere Zeiten zurück, glimmerreiche feine Sandsteine setzen sich ab. Zuweilen allerdings lagert sich noch einmal eine grobe Geröllbank darüber, aber schließlich wird die ungestörte Ablagerung feiner, ton- und glimmerreicher Sandsteine allgemein: der obere Buntsandstein beginnt. Allerdings ist hier der Übergang vom Grobsand zum tonigen Feinsand ein rascherer. Dementsprechend fallen auch die Phosphorsäurewerte viel plötzlicher und sie werden sehr gering (Spuren) oder verschwinden ganz.

Dies, im Verein mit den Bestimmungen aus dem Kegelbachgranit, dem frischen anstehenden Gestein und dem verwitternden Abraum desselben legte eine Erklärung des Phosphorsäuregehalts

[1] Im mittleren Schwarzwald, z. B. bei Schramberg, Lauterbach und Schiltach finden sich bekanntlich auch im oberen Konglomerat viele kristalline Geschiebe.

des Buntsandsteins nahe. Der frische Kegelbachgranit zeigt im Dünnschliff vereinzelt die hexagonalen Durchschnitte von Apatitkristallen. Sein P_2O_5-Gehalt ist 0,100 %. Da beginnt die Verwitterung: die Feldspäte werden allmählich zersetzt; das Gestein zerfällt. Die jetzt als grobe Stückchen freigewordenen Quarze zusammen mit den großen, glänzenden Glimmertafeln bilden das Gros des Verwitterungsschuttes. Aber neben ihnen ist auch viel feines Material enthalten. In der Hauptsache sind's wiederum Quarze und Glimmerschuppen, abgearbeitet von den sich gegenseitig reibenden und drückenden größeren Stücken. In diesem Kleinzeug liegen aber auch all die Apatite, welche der Verwitterung physikalischen und, solange humussaure Wasser nicht einwirken, auch chemischen Widerstand leisten. So erklärt sich der obige Befund: Abgesiebter Feinsand von Korngröße < 1 mm enthält beim Kegelbachgranit 0,426 % P_2O_5! Diese mikroskopisch und chemisch zusammenstimmende Beobachtung führt zu weiteren Schlüssen:

Zunächst wird sehr wahrscheinlich, daß der hohe P_2O_5-Gehalt (0,212 %) des Feinsands der Arkose des unteren Buntsandsteins gleichfalls durch eingelagerte Apatite sich erklärt. Denn schon eine oberflächliche makroskopische Betrachtung zeigt, daß das gesamte Material dieser Arkose aus dem unterlagernden Grundgebirge der nächsten Nähe aufgearbeitet ist. In den höheren, feinsandigen Lagen des su werden dann die Apatite spärlicher, der Wert für P_2O_5 sinkt stark (0,053 %).

Aber das Ecksche Konglomerat bringt frische Zufuhr von Material aus kristallinen Gesteinen. Eine neue, durchs Ecksche Konglomerat und (wenn man von den Wertziffern des die Grenze smc_1 sm bildenden tonigen Horizonts absieht) den mittleren geröllfreien Hauptbuntsandstein laufende Wertreihe setzt ein. Nachdem diese bis auf ihre kleinsten Ziffern herabgesunken ist, wiederholen Hauptkonglomerat + Oberer Buntsandstein das Spiel zum drittenmal.

Wenn auch in der Konglomeratschichte diesmal keine kristallinen Gerölle bis in unsere Gegend vordringen, so sind sie südwärts (Schramberg-Schiltach) doch auch in diesem Horizont nachgewiesen und es wird sehr wahrscheinlich, daß die weiter geschwemmten feinen Verwitterungsteilchen, darunter eben auch die Apatite, bis hierher gelangt sind.

Erscheint nach Obigem die ursprüngliche Zufuhr der Phosphorsäure durch eingedrungene Apatite wahrscheinlich, so erhebt sich die weitere Frage, ob die berechnete P_2O_5 auch jetzt noch in dieser

Form vorhanden ist. Ein Mittel, diese Frage sicher zu beantworten, bietet die chemische Untersuchung leider nicht. (Vergl. Sachsse, Agrikulturchemie S. 179.) Es ließ sich allerdings zweierlei nachweisen:

1. Ergaben auch die absolut karbonatfreien Sandsteinschichten, soweit sie P_2O_5 in größerer Menge enthielten, ganz schwache Spuren von Ca.
2. Lieferten Auszüge, die statt mit 5% HCl mit molekular gleichwertig eingestellter Essigsäure gemacht wurden, aus gleichem Material stets geringere Werte für P_2O_5.

Läßt sich aus dem ersten Ergebnis mit größerer Wahrscheinlichkeit auf Vorkommen von Apatit schließen, so beweist das zweite höchstens so viel, daß die P_2O_5 in irgend einer, ziemlich widerstandsfähigen Form, wohl nicht durchweg in allerkleinsten Mineralkörnern, damit also auch nicht in allerfeinster gleichmäßiger Verteilung vorkommt. Aber in welcher chemischen Bindung, ist damit noch nicht gesagt. Daß speziell die Tonlagen immer besonders reich erscheinen, muß sehr auffallen. Wenn man hier auch dazu neigt, an stattgehabte Umsetzung zu denken, besonders weil in diesen, nahe den Geröllhorizonten liegenden Tonschiefern mit Sicherheit Absatz aus Gewässern sich annehmen läßt, so bleibt doch zu bedenken, daß auch bei der Sedimentation die feinen, kleinen Apatite gerade hier sich am reichlichsten gelagert haben können. Alles in allem waltet indes der Eindruck vor, daß bei den bisher besprochenen Abteilungen des Buntsandsteins die Phosphorsäure in Form von Apatiten beigeführt wurde und auch heute noch großenteils so vorhanden ist.

Nach der dritten Wertreihe, die oberes Konglomerat und normalen Oberen Buntsandstein umfaßt hat, setzen die Röthtone mit auffallend hohen Werten ein. Es liegt ein scharfer Schnitt zwischen den übrigen Abteilungen des Buntsandsteins und den Röthtonen, deren Werte sich schon besser mit denen des Wellengebirges zusammenstellen lassen. Und wenn den Schwankungen des P_2O_5-Gehalts bisher ziemlich gleichartig petrographische und chemische Verschiedenheiten der Gesteine entsprochen haben (Korngröße, Glimmergehalt, Tongehalt), so läßt sich schon daher erwarten, daß die Röthtone auch in sonstigen Beziehungen vom übrigen Buntsandstein abweichen. Dies ist der Fall: Sie sind nach dem su das erste, durchweg wieder karbonathaltige, oft sogar karbonatreiche Sediment. Auch in dieser Beziehung leiten sie über zum Wellengebirge.

Das Wellengebirge.

Die P_2O_5-Werte des Wellengebirges[1] zeigen einen nicht zu raschen, aber unregelmäßigen Wechsel. Bestimmte Gründe lassen sich hierfür nicht geltend machen, da regelmäßige Beziehungen zum petrographischen Habitus des Gesteins oder zum Tongehalt oder zum Fossilreichtum nicht vorhanden sind. Zeitweise schienen solche wahrscheinlich, bis neue Resultate die aufgetauchten Vermutungen widerlegten. Wie bei den hohen Werten der Röthtone ist bei denen des Wellengebirges das Zusammentreffen des P_2O_5-Gehalts mit reichem Karbonatgehalt von Wert. **Denn dadurch eignen sich beide Materialien vorzüglich zur Meliorierung von Buntsandsteinböden.** Insbesondere sind sie zu empfehlen für die weiten, landwirtschaftlich angebauten Flächen auf Blatt Freudenstadt, Altensteig, Simmersfeld und Schramberg, deren Untergrund dem oberen Buntsandstein (Plattensandstein) angehört. Denn dieser enthält reichlich, aber ziemlich fest gebundene (z. B. über 3% [$K_2O + Na_2O$], wobei nur $^1/_8$% in HCl löslich) Alkalien, besonders Kali, das durch die Karbonate der alkalischen Erden aufgeschlossen noch besser in Erscheinung tritt. Zusammen mit dem künstlich beigeführten Kalk- und Magnesiumkarbonat und Phosphat müßte der gerade an diesen Stoffen besonders arme Boden sogar zu einem hervorragend guten Feldgrund werden. Und meist ist vom oberen Buntsandstein der Weg zum nächsten Röthton oder Wellengebirge nicht weit. Es kommt hinzu, daß in den betreffenden Gebieten fast überall die obersten Lagen von Plattensandstein abgebaut werden, wobei dann die Röthtone als Abraum weggeschafft werden müssen. Also sind sie sehr leicht zu heben. Anderseits bildet das Wellengebirge an vielen Stellen offene Halden — die Freude der Fossiliensammler —, so daß auch hier der Abgrabung infolge des Bodenwertes keine Hindernisse im Wege stehen. Diese Betrachtung leitet über zu der Frage nach der Bedeutung der Phosphorsäure im Haushalt der Natur. Daß sie hier eine große Wichtigkeit besitzt, lehren die Aschenanalysen aller Kulturpflanzen (vergl. hiezu Sauer, Begleitworte zu Blatt Hornberg-

[1] Es verdient Erwähnung, daß der Phosphorsäuregehalt des Wellengebirges schon vor mehr als 50 Jahren durch zwei Arbeiten von Fehling und von Schramm nachgewiesen wurde. Die berechneten P_2O_5-Werte stimmen bestens überein mit den vom Verf. gefundenen. Die genannten Arbeiten sind gedruckt in den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, Jahrgang 1849.

Schiltach S. 54 u. 55), und jedes Lehrbuch der Pflanzenphysiologie gibt hierüber den nötigen Aufschluß. Es fragt sich nun nur noch, ob alle die im sogenannten Nährstoffauszug enthaltene Phosphorsäure auch wirklich der Pflanze zugut kommt. Diese Frage kann unbedingt bejaht werden. Allerdings sprechen die Lehrbücher mitunter davon, daß die in Apatitform vorhandene Phosphorsäure für die Pflanzenwurzel nicht erreichbar sei. Dem darf wohl entgegengestellt werden, daß es sich fast nirgends um so große Apatitkristalle handelt, daß sie als widerstandsfähiges Ganzes theoretisch zu betrachten wären. Vielmehr sind's fast immer mikroskopisch kleine Splitter, also ist meist feinere Verteilung anzunehmen. Ferner tritt sehr vielfach Umsetzung ein beim Verwitterungsvorgang. Die freien Humussäuren, deren spurenweises Vorkommen sich in den karbonatfreien Gebieten unseres Sandsteins nirgends vermissen läßt, zersetzen den Apatit. Und mit welchen Mitteln die Pflanzenwurzel selbst arbeitet, ist noch nicht erschöpfend klargestellt. Sind doch manche Pflanzenwurzeln mit ihren Wurzelhaaren imstande, selbst Quarz zu korrodieren; das gleiche gilt von den sogenannten präkurrierenden Hyphen mancher siliciseden Flechten, wie durch Stahlecker nachgewiesen wurde. (Stahlecker, Über Beziehungen zwischen Thallusbau und Substrat siliciseder Flechten.) Es erscheint demnach nicht ganz ausgeschlossen, daß die Pflanze sich sogar noch mehr an Nährstoffen aus einem Boden aneignen kann, als wir durch zweistündiges Auskochen mit Salzsäure in Lösung bringen. Wir arbeiten hier mit stärkstem Mittel in kürzester Zeit, während umgekehrt das Prinzip der Natur ist, mit schwächstem Mittel in längster Zeit dasselbe, vielleicht sogar in mancher Hinsicht noch mehr zu erreichen.

Daß tatsächlich P_2O_5, die ursprünglich einmal dem Verwitterungsmaterial des anstehenden Gebirgs entstammen muß, in den Vegetationsmassen der Waldbäume und der *Calluna*, *Sarothamnus* etc. gewandert ist, beweist der P_2O_5-Gehalt unseres Ortsteins vom Peterschachen. Erreicht er auch bei weitem nicht die Höhe z. B. der von Tuxen in Kopenhagen analysierten, über den viel nährstoffreicheren dänischen Diluvialsanden gebildeten Ortsteine (vergl. Müller, Studien über natürliche Humusformen oder Ramann, Bodenkunde), so ist doch sein P_2O_5-Gehalt viel höher als der des normalen anstehenden Gesteins des geröllfreien mittleren Buntsandsteins. Also hat sich in diesem völlig karbonatfreien Buntsandsteingebiet die organische Welt die Phosphorsäure des auswitternden Schichtenmaterials zu verschaffen gewußt. Außerdem spricht der Befund —

ebenso auch die Tuxenschen Zahlenwerte — dafür, daß auch im Ortstein die Phosphorsäure nicht in Form einer in H Cl unlöslich bleibenden organischen Verbindung enthalten ist.

Diese Betrachtungen legen es nahe, bei einem Rückblick in die Geologie zu fragen, ob nicht auch die organische Welt früherer Zeiten bei der Wanderung und Umsetzung der Phosphorsäure eine wichtige Rolle gespielt hat. Die ausgeführten Untersuchungen geben weder einen bestimmten Grund sich dafür auszusprechen, noch einen Anlaß, die Frage zu verneinen. Schon bei den hohen Werten für smc2 trat die Versuchung heran, die in diesem Horizont in naher Gegend gemachten Funde von Saurierresten zur Erklärung heranzuziehen. (Vergl. M. Schmidt, Labyrinthodontenreste aus dem Hauptkonglomerat von Altensteig im württembergischen Schwarzwald.) Noch dringender wurde dieser Verdacht, als die von Axel Schmidt nachgewiesenen, auffallenden, reichlich knochenführenden dolomitischen Einlagerungen im oberen Buntsandstein nahe der Ostgrenze des Blatts Simmersfeld, deren Verbreitung sich neuerdings weithin, z. B. bis Sulgau auf Blatt Schramberg durchverfolgen ließ, einen besonders hohen Gehalt an P_2O_5 ergaben. Doch erwiesen sich auf Blatt Stammheim gesammelte Stücke mit fossilen Knochenresten kaum phosphorsäurereicher, als das fossilleere übrige Gestein (0,150 % gegen 0,142 %). Auch eine reichlich Estherien führende Lage aus normalem oberem Buntsandstein war genau so arm an P_2O_5 wie das übrige so-Gestein.

Vielleicht steht's aber beim Wellengebirge anders und hat dort, in dem jetzt durchweg durch graue Reduktionsfarben sich vom roten Buntsandstein unterscheidenden Sedimentärgebirge die organische Welt der Tange etc. und die Tierwelt mit ihren Lebensprozessen regeren Anteil genommen an der Umsetzung der Phosphate.

Allerdings wirken schon die Reduktionsvorgänge selbst umsetzend auf Calciumtriphosphat. So schließt Sachsse (Agrikulturchemie S. 191), daß „kohlensaures Eisenoxydul den Kalk aus seiner Verbindung mit Phosphorsäure abscheide und letztere als Oxydulsalz auf weite Entfernungen transportiere."

So verbinden sich mit den geologischen Problemen die chemischen und von diesen führen dann immer wieder Schlußfolgerungen zurück zur allgemeinen Geologie, speziell zu petrogenetischen Fragen. Von den im Lauf vorstehender Arbeit vorgekommenen Untersuchungen

sei wegen des allgemein geologischen Interesses nochmals auf die ausgeführte Dreiteilung des Buntsandsteins hingewiesen. Dann sei auch erinnert an den scharfen Schnitt zwischen Buntsandstein einerseits und Röthton und Wellengebirge anderseits. Denn auch diese Abgrenzung hat möglicherweise einen tieferen Grund und bedeutet, geologisch gesprochen, zugleich eine Scheidung verschiedenartig entstandener Sedimente: Vielleicht dürfen die unter ihr liegenden Abteilungen des Buntsandsteins als Wüstenbildungen, als terrestrisch, subaerisch entstanden gedacht werden. Was aber über der bezeichneten Grenze ansteht, sind durchweg unter stehendem Wasser abgelagerte, vorwiegend echt marine Schichten.

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Württ. Statist. Landesamtes.
No. 5. 1908.

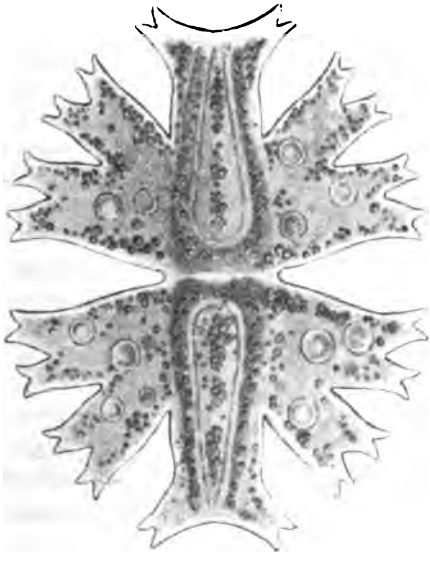
Geologisch-biologische Untersuchungen von Torfmooren.

Das Schwenninger Zwischenmoor und zwei Schwarzwald-Hochmoore in bezug auf ihre Entstehung, Pflanzen- und Tierwelt.

Von

Georg Schlenker
Oberlehrer in Cannstatt.

Mit 2 Tafeln Abbildungen und 1 Übersichtskarte.



Stuttgart.
Druck der Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg Carl Grüninger
1908.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	1—4
I. **Geologische Verhältnisse des Schwenninger Torfmoors (Zwischen- oder Mischmoors)**	4—9
II **Entstehung und Entwicklung des Schwenninger Zwischenmoors**	9—22
III. **Die Pflanzenwelt des Schwenninger Moors in den verschiedenen Jahreszeiten**	22—29
IV. **Verteilung der Pflanzenarten auf dem Schwenninger Zwischenmoor**	29—74
1. Das Sphagnetum	29—33
2. Das Vaginetum	33
3. Die Stiche	33—37
4. Weiher, Sümpfe und Gräben	37—55
5. Die trockenen Ränder des Moors	55—63
6. Mooswäldle und Kugelmoos	63—65
7. Einige bemerkenswerte floristische Erscheinungen des Schwenninger Zwischenmoors	65—74
V. **Vergleichung der Schwenninger Moorflora mit derjenigen der südbayerischen, unserer oberschwäbischen und zweier norddeutscher Moore**	74—81
1. Flachmoor	74—76
2. Hochmoor	76—78
3. Vergleichende Tabelle	79—81
VI. **Vegetationsverhältnisse der beiden Dürrheimer Moore** (Nieder- oder Flachmoore)	82—92
VII. **Zwei Schwarzwald-Hochmoore** (Schonacher Moore)	92—106
1. Flora	82—102
2. Entstehung der Schonacher Hochmoore	102—106
VIII. **Vergleichende Zusammenstellung der wichtigsten, die Pflanzendecke des Schwenninger Zwischenmoors, der Dürrheimer Flach- und der Schonacher Hochmoore bildenden Arten**	107—121
Tabelle	108—112

Seite

IX. Ökologie der Torfflora . . . . . 121—162

1. Bodenverhältnisse . . . . . 121—130

2. Die ökologischen Pflanzenvereine der Torfmoore . . . 130—162

A. Die Hydrophytenvegetation . . . . . 130—154

a) Plankton . . . . . 132—133

b) Hydrochariten- oder litorale Schwimmvegetation . . . . . 133—134

c) Nereïdenvegetation . . . . . 134—138

d) Die Limnäenvereine oder die Schlammvegetation . . . . . 138—140

e) Die Helophytenvegetation . . . . . 141—154

B. Die Xerophytenvegetation . . . . . 154—160

C. Die Mesophytenvegetation . . . . . 160—162

X. Mikroflora des Schwenninger Zwischenmoors und der Schonacher Hochmoore . . . . . 162—206

XI. Mikrofauna der beschriebenen Moore . . . . . 206—259

Anhang: Insekten und Mollusken . . . . . 259—262

Literaturverzeichnis . . . . . 263—264

Register . . . . . 265—279

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Württ. Statist. Landesamtes.
No. 5. 1908.

Das Schwenninger Zwischenmoor und zwei Schwarzwald-Hochmoore in bezug auf ihre Entstehung, Pflanzen- und Tierwelt.

Von **Georg Schlenker**, Oberlehrer in Cannstatt.

Schon im Anfang des vorigen Jahrhunderts hat sich das naturwissenschaftliche Interesse den Mooren zugewandt; mehr noch ist dies in den letzten Jahrzehnten der Fall gewesen. Abgesehen von ihrer interessanten Entstehung, auf welche in dieser Arbeit nur in lokaler Beziehung eingegangen werden kann, und dem Nutzen, den sie durch Lieferung von Brennmaterial, Torfmull und Torfstreu, sowie bei der Umwandlung in Kulturland bringen, gibt es wohl, das organische Leben des Meeres ausgenommen, kaum ein merkwürdigeres Pflanzen- und Tierleben als das der Moore, zumal der Zwischen- und Hochmoore. Gehört doch, um einige Beispiele herauszugreifen, die weitaus größte Zahl der fleischfressenden und mykotrophen Pflanzen denselben an! Welche Fülle seltener Pflanzen- und Tierformen, zumal der mikroskopischen, beherbergen die Torfgewässer und Torfmoosrasen! Wie außerordentlich interessant sind die ökologischen Einrichtungen und Anpassungsverhältnisse der Moorgewächse, wie mannigfaltig und seltsam oft die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Lebewesen, der Pflanzen- und Tierwelt im Moor! Wie charakteristisch in ökologischer Beziehung die Unterschiede zwischen Flora und Fauna des Flachmoors und des Hochmoors! Endlich wie merkwürdig die Vorgänge der Vertorfung, der Bildung eigentümlicher Gesteine und Mineralien im Moor (Ortstein, Fimmenit, Sumpferz oder Limonit, Siderit, Vivianit, Schwefel u. a.)!

Mehrere deutsche Staaten haben längst Anstalten ins Leben gerufen, wie für die rationelle Ausbeutung und Kultur, so auch für die wissenschaftliche Durchforschung der Moore. Auch in unserem engeren Vaterland ist von seiten der Geologischen Landesanstalt erfreulicherweise die Erforschung der Moore in Angriff genommen worden.

Wenn ich im folgenden den Versuch mache, einige kleinere Moore in bezug auf ihre Entstehung, Pflanzen- und Tierwelt zu beschreiben, so geschieht dies mit dem Bewußtsein, daß mir zu einer gründlicheren und umfassenderen Arbeit weder genügend Zeit noch hinreichende Mittel zur Verfügung standen. Die Untersuchungen wurden, abgesehen von einigen kürzeren, durch meine vorgesetzte Behörde mir gütigst gewährten Urlaubszeiten, in den Oster-, Pfingst- und Sommerferien 1901—1903 und 1905 gemacht. Ursprünglich beabsichtigte ich nur eine mikroskopische floristische und faunistische Durchforschung der Schwenninger und Dürrheimer Moorgewässer. Erst später entschloß ich mich, bewogen durch den Vorstand der Kgl. Württembergischen Geologischen Landesanstalt, Herrn Professor Dr. A. Sauer, zu einer eingehenderen Behandlung der Pflanzendecke in ihrer Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen, sowie zu einem Vergleich des Schwenninger Zwischen- und des Dürrheimer Flachmoors mit den ihnen am nächsten gelegenen, sehr charakteristischen Schwarzwald-Hochmooren oberhalb Schonach bei Triberg. Endlich hatte ich in den Sommerferien 1905 noch Gelegenheit, einige ostfriesische Hochmoore bei Aurich und Leer, wenn auch nur flüchtig, aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Ein Vergleich derselben mit den eben genannten Mooren bot viel des Interessanten, sowohl an Ähnlichkeit wie noch mehr an Verschiedenheit betreffs der Pflanzendecke und Mikroorganismen.

Vielleicht ist doch auch meine unvollkommene, in bezug auf die Unterscheidung der Hochmooorganismen als typische oder kleine Moorformen (gegenüber den zur gewöhnlichen Süßwasserflora und -Fauna gehörigen Formen des Flachmoors) nur einen Versuch zu nennende Arbeit neben den aus der Feder gewiegter Fachmänner geflossenen Werken ein Beweis dafür, daß die Moore nicht nur für den Geologen sondern ebenso für den Botaniker und Zoologen aller Beachtung wert sind und viele seltene, noch wenig bekannte Lebensformen und Erscheinungen, insbesondere was die Mikroorganismen betrifft, beherbergen, und daß eine zusammenhängende gründliche Erforschung unserer Moore nicht zu unterschätzende wissenschaftliche Resultate ergeben würde. Ich weise z. B. hin auf die nach Migula in Deutschland bis jetzt nur in der Lüneburger Heide und im Kiehnenmoor gefundene, von Cooke aus Irland, Dänemark und Schweden angegebene Desmidiacee *Penium spirostriolatum* Barker (Fig. 3), auf das zu den Tetrasporaceen oder nach den Zoologen zu den Flagellaten gehörige *Chlorangium stentorinum*, auf das

Heliozoon *Clathrulina Cienkowski*, auf die Flagellaten *Chlorodesmus hispida*, *Cyclonexis annularis*, *Gonyostomum* oder *Rhaphidiomonas semen*, auf die Infusorien *Holophrya simplex* und *Drepanomonas dentata*, den Gastrotrichen *Ichthydium sulcatum*, das seltene *Pisidium ovatum* Clessin; sowie auf die, wie es scheint, in der Literatur noch unbekannte Varietät der Vorticellidine *Rhabdostyla brevipes*, die ich oft auf den Borsten von Naïden als Epizoon fand, und die ich deshalb als var. *epinaïs* bezeichnen möchte. Beachtenswert ist auch der Nachweis vieler ölbildenden pflanzlichen und tierischen Mooorganismen, welche zum Fettgehalt des Sapropels beitragen und ein Licht auf die öligen brennbaren Biolithe werfen; ferner einer Reihe interessanter Schwefelbakterien, die besonders an der Grenze der Lettenkohle gegen den Gipskeuper im Schwenninger und Dürrheimer Moor vorkommen.

Was die Beziehungen der Pflanzen zum Untergrund betrifft, darüber gibt die Vergleichung der Baarmoore unter sich, sowie mit den Schwarzwaldmooren, namentlich aber auch die Vergleichung der genannten mit einigen ostfriesischen Mooren manch wertvollen Aufschluß. Ich möchte in dieser Hinsicht auf das Vorkommen von *Scirpus Tabernaemontani* im Schwenninger und Dürrheimer Moor hindeuten, welche Binse in diesen nahe einer Saline gelegenen, jedenfalls einen größeren Chlorgehalt aufweisenden Mooren den sonst in Flachmooren heimischen *Scirpus lacustris* vertritt.

Schließlich gehören gewiß auch die Oberflächenveränderungen, welche das aus einem größeren Seebecken hervorgegangene, sein Wasser verlandende Schwenninger Flachmoor bei seiner Emporwölbung zum Hochmoor in bezug auf Wasserabfluß und Wasserscheide im Ursprungsgebiet des Neckars hervorgebracht hat, zu den interessanten geologischen Erscheinungen.

Allen Herren, welche mir bei meiner Arbeit in irgend einer Weise ihre Unterstützung angedeihen ließen, sage ich hier meinen herzlichen Dank: so Herrn Hofapotheker Baur in Donaueschingen für freundliche Bestimmung einer Anzahl von Moosen, dem verstorbenen Herrn Apotheker Götter von Dürrheim für Lieferung von Moosmaterial, den Herren Apotheker Gaupp und Dr. med. Gaupp von Schwenningen, auch Herrn Lehrer Schlenker daselbst für verschiedenerlei wertvolle Beihilfe, photographische Aufnahmen, Mitteilungen und Zusendungen; Herrn Mittelschullehrer Geyer in Stuttgart für Bestimmung der Schnecken und Muscheln, Herrn Schullehrer a. D. Scheuerle in Frittlingen für Bestimmung einiger seltenen Weidenformen, Herrn Dr. E.

Wolf am Senckenbergischen Museum in Frankfurt für Durchforschung des Schwenningers Moors auf Copepoden, Bearbeitung derselben und freundliche Mithilfe bei Anfertigung der zwei Infusorienbilder. Besonders verbindlich danke ich noch den Herren Professoren Dr. Blochmann in Tübingen und Dr. Kirchner in Hohenheim für gütige Beratung und Beschaffung von Literatur, ebenso Herrn Forstmeister Bilfinger in Stuttgart für seinen bewährten Rat und Überlassung von Büchern zur Bearbeitung der Rädertiere, sowie für gütige Untersuchung zugesandten Rotatorienmaterials.

I. Geologische Verhältnisse des Schwenninger Torfmoors.

Das Schwenninger Moor umfaßt nach amtlichen Angaben auf württembergischem Gebiet ein Areal von gegen 100 ha, wozu noch 30—40 ha auf badischem Gebiete (Villinger und Dürrheimer Markung) kommen. In einer Höhe von rund 710 m ü. d. M. liegt es im Gebiet des mergeligen Gipskeupers, Schwenningen selbst vorwiegend noch auf Lettenkohlenkeuper. Entsprechend seiner Lage in der Baarebene, der muldenförmigen Einsenkung zwischen Schwarzwald und Alb, die sich von Schwenningen bis hinter Donaueschingen erstreckt, trägt es großenteils noch den ursprünglichen Charakter eines Flachmoors. Seine Pflanzenwelt jedoch, zumal der Reichtum an Torfmoos (*Sphagnum*), drückt ihm auf weite Strecken, besonders gegen seine höchste Erhebung in der Mitte hin, den Stempel eines Hochmoors auf; es ist also kein reines Flachmoor mehr, sondern ein weit fortgeschrittener Übergang von einem solchen zum Hochmoor, ein Zwischenmoor. Seine Entstehung verdankt es, wie der Name der geologischen Formation, in der es liegt, andeutet, dem lettigen Untergrund, welcher die Tageswässer nicht versickern läßt und so notwendig zur Versumpfung der Depression und zur Vertorfung der organischen Reste führen mußte.

Von Westen und Nordwesten, von Villingen, Weilersbach und Dauchingen her zieht sich von der badischen Grenze die Muschelkalkformation gegen die Schwenninger Markung[1]. An der Villinger Steige mit bedeutender Mächtigkeit über dem Buntsandstein sich erhebend, bildet diese Formation in ihren oberen Schichten nach Norden hin eine wellige Hochebene, welche die beiden letztgenannten badischen Ortschaften trägt. Weilersbach, noch im Trochitenkalk gelegen, breitet seine Markung ost- und südostwärts bald hinter der Ortsgrenze im *Nodosus-*

[1] Die nachfolgenden geologischen Angaben sind im wesentlichen entnommen der geol. Spezialkarte d. Gr. Baden, Blatt Dürrheim nebst Erläuterg. v. A. Sauer. 1901

Kalk und weiterhin im *Trigonodus*-Dolomit aus. Dieser umzieht von der Höhe über der Villinger Steige und von Dauchingen her nordwestwärts in einem großen Halbgürtel Schwenningen. Einen nicht geringen Teil seiner Markung bildend berührt er den großen, nun bald zur Stadt erhobenen Marktflecken am nordwestlichen Ende beim Friedhof und greift an der von Rottweil kommenden Römerstraße, sowie in dem von der badischen Landesgrenze bei der Villinger Landstraße nordostwärts gegen den Schopfelenbühl ziehenden Trockental tief in die Lettenkohlenebene ein, welche einen großen Teil der nördlichen, westlichen und südlichen Ortsmarkung bildet und sich südwärts weit über Dürrheim hinaus fortsetzt.

Die Lettenkohlenformation liefert den fruchtbarsten, herrliche Getreide-, besonders schöne Dinkelfelder tragenden schweren Ackerboden Schwenningens, während die Muschelkalkformation besonders auf dem braunrot verwitternden Dolomit, noch reichliche Getreideernten gewährend, doch weniger fetten Boden bildet, der sich ausgezeichnet für Kartoffel- und Kleebau eignet und nordwestwärts überleitet zu dem in der Sprache der Bauern als „magere Seite" bezeichneten Buntsandsteingebiet zwischen Weilersbach und Obereschach.

Auf den *Trigonodus*-Dolomit setzt sich eine wenig mächtige graue dolomitische Kalkbank auf; darauf folgen Schichten dünnblätteriger Schiefertone und grauer oder schwärzlicher mergeliger Schieferletten, nicht selten Kohlen- und sandigen Schiefer führend. Letztere gehen in den eigentlichen Lettenkohlensandstein über, welcher bei der an der Villinger Straße gelegenen Ziegelei und an andern Stellen zusammenhängende Bänke bildet. Dunkelfarbige dolomitische schieferige Letten, blaugraue Mergelschiefer, abwechselnd mit dolomitisch-tonigen Kalken und eigentlicher Dolomit folgen. Nach oben erhält die ganze Lettenkohlengruppe ihren Abschluß im Grenzdolomit, gekennzeichnet durch *Myophoria Goldfussi*, *Gervillia socialis* u. a. Darüber lagert der stark mergelige Gipskeuper.

Eine Depression zwischen diesem und der Lettenkohle bildet an der württembergisch-badischen Landesgrenze das Schwenninger Torfmoor, das sich noch ziemlich weit auf die Dürrheimer und Villinger Markung fortsetzt; dazu kommen noch die kleineren Moore bei Solbad Dürrheim, das Unterwuhrmoor und hinter Dürrheim rechts von der nach Donaueschingen führenden Straße das Ankenbuckmoor, in dieser Arbeit gewöhnlich kurzweg als Dürrheimer Moor bezeichnet, und das Schabelwiesenmoor. Die Einsenkung setzt sich gegen Donaueschingen hin fort und verrät ihren lettigen Untergrund durch

sumpfige Wiesen mit *Primula farinosa* und *Senecio aquaticus*, abwechselnd mit kleineren Vermoorungen, die eine ähnliche Flora haben wie das Dürrheimer Moor. Sie erreicht, von Schwenningen aus betreten, ihre höchste Erhebung (709 m ü. M.) am südlichsten Punkt der Landesgrenze, um von hier aus nach Südwesten sich leicht abzuflachen.

In der Nähe dieses auf der europäischen Wasserscheide gelegenen Punktes befindet sich der eigentliche Anfang des Neckars, dem man, streng wörtlich genommen, nicht den Namen Ursprung beilegen kann. Was hier auf der Moorfläche an Tageswässern zusammenrinnt und im Hauptgraben und einem von Osten kommenden Seitengraben des Torfmoors gesammelt wird, ist das Kapillarnetz unserer Landesader, die ihren moorigen Ursprung deutlich in der bräunlichen Farbe ihres Blutes verrät. Der alte, oberhalb Schwenningen auf der linken Seite der Eisenbahn gelegene Neckarursprung war eine der Lettenkohle entstammende Quelle mit klarem Wasser. Prunklos mit Steinen eingefaßt bildete sie früher einen kleinen, in trockenen Zeiten nicht oder nur schwach laufenden Springbrunnen in den alten Gartenanlagen. Jetzt ist diese ursprüngliche Neckarquelle zugedeckt und nur noch durch einen halbkegelförmigen Gedenkstein verewigt. Ihr helles Wasser fließt durch einen Graben in den vom Torfmoor kommenden kaffeebraunen, oberhalb der Badeanstalt gestauten Bach, von welchem ein Teil künstlich über eine schöne, in der neuen Anlage errichteten Tropfsteingruppe geleitet wird. Diese neue Neckarquelle ist freilich eine optische Täuschung, denn sie ist keine Quelle, entspricht aber doch insofern mehr als die alte wirkliche Quelle der Wahrheit, als sie Wasser des eigentlichen Ursprungs, nämlich Moorwasser, führt, in welchem, wie wir später sehen werden, neben andern auch Torfmoororganismen vorkommen.

In südwestlicher Richtung gehen die Tageswässer des Villinger und Dürrheimer Anteils unseres Moors von der eine Strecke mit der württembergisch-badischen Landesgrenze zusammenfallenden Wasserscheide durch die Wetterwiesen im Marbacher Graben der Brigach zu, während die stille Musel die Wasser von Dürrheim nach Donaueschingen führt.

Nach Osten ist die Depression vom mächtig entwickelten Gipskeuper begrenzt, welcher in einiger Entfernung ansteigt und im Norden den mit Ackerland und Wald bedeckten Hügel der Reute bildet, im Süden bewaldet ist (Vesen- und Oberwald). Zwischen dem Reutehügel und Vesenwald bildet die Einsenkung eine nord-

östlich gerichtete Bucht, welche mit saftigen Moorwiesen, zu welchen die Hagen- oder Farrenwiesen gehören, bedeckt ist. Südwestwärts aber erstreckt sich die über die Straßengabelung sich ziehende Fortsetzung des Reutehügels als ziemlich breite Landzunge ins Moor hinein, an der von einem tiefen Graben abgetrennten Spitze die Wasenhütte tragend.

Im Westen steigt die Depression gegen die Muschelkalkformation an, im Süden beim Zollhaus, im Norden gegen einen Wald, den Dickenbühl, hin. Nirgends jedoch stößt das Moor unmittelbar an den *Trigonodus*-Dolomit. Beim Zollhaus vollzieht sich der Übergang zu diesem durch eine aus grauen dolomitischen Schieferletten gebildete Bodenanschwellung, in welche das Moor im „hintersten Sumpf" als lange, schmale Bucht eingreift, während eine südliche und nördliche Ausbuchtung in die Keupermergel vordringt. Durch den Basalteil der größeren mittleren Moorbucht zieht sich, vom höchst gelegenen Teil des Dickenhardts anfangs in südlicher, später in südöstlicher Richtung verlaufend, eine Verwerfung, welche mit der Entstehung eines Teils der Einsenkung in engem Zusammenhang steht. Der ostwärts derselben gelegene, abgesunkene Teil bildet den schwach ansteigenden Westrand des Moores und besteht aus bunten Mergeln mit tiefgreifender Verlehmung. Dieser hügelige Rand trägt im Norden das Dickenhardt, im Süden auf dem sogenannten Hannenberg (Hahnenberg) das von der Bahnlinie durchschnittene Mooswäldle. In die zwischen beiden Wäldern gelegene Einsenkung schiebt sich das Moor als eine westwärts laufende schmale Bucht vor, die vom ehemaligen Salinenmoos und am Ende vom Kugelmoos erfüllt ist. Wo diese schmale Bucht mit dem eigentlichen Moor zusammenhängt, in der tiefsten Senkung desselben, dem Hügel der Wasenhütte gegenüber, liegt der Moosweiher, das interessanteste Gewässer unseres Moors.

Der das Mooswäldle tragende Mergelhügel zeigt nach Sauer starke Verlehmung, beziehungsweise diluviale Lehmbedeckung mit ziemlich viel Feinsand. Der nördlich vom Salinenmoos sich hinziehende, im nordwestlichen Teil vom Dickenhardt, im südlichen und östlichen von Ackerland bedeckte Mergelhügel stößt unterhalb des Moosweihers ganz nahe gegen den Ausläufer des Reutehügels vor. Hier war ursprünglich das jetzt vom Moor bedeckte große Seebecken durch den vorlagernden Gipskeuperhügel vollständig geschlossen. Das Wasser staute sich an den Gipskeuperhügeln im Süden, Osten, Norden und Nordwesten, an dem mit Schieferletten bedeckten Südwestrande beim Zollhaus, bis es nordwärts den Keuperhügel durchbrach und den See

über die jetzt mit schwarzer Moorerde bedeckten Wiesen hinter der ehemaligen Saline ausdehnte, um hier endlich als Neckar sich einen vollständigen Abfluß durchzufressen. Die reichlich mit trockenem Faulschlamm durchsetzte Lehmbedeckung der einst vom großen Moorsee bespülten, wenig erhabenen westlichen Ränder findet so ihre Erklärung aus mineralischen sowohl als auch organischen Ablagerungen und Anschwemmungen des Wassers. Mit diesem ehemaligen großen Seebecken stand jedenfalls die Bucht der Hagenwiesen in Verbindung. Der die Wiesen hinter der Saline bedeckende Teil des Sees nahm auch, wie noch jetzt der Neckar, den Abfluß eines Riedes auf, das einst die am Nordrande des Dickenhardts gelegenen Wiesen bedeckte, und dessen Dasein sich noch in den Flurnamen „In Riete" und „Rietebrünnele" zu erkennen gibt.

Wie im Norden, so war auch im Süden das einstige Seebecken, welches unserem Moore seine Entstehung gab, durch einen Keupermergelhügel geschlossen. Derselbe zieht sich südlich der württembergisch-badischen Landesgrenze vom Oberwald westwärts über die Landstraße, das Schwenninger Moor vom Dürrheimer Unterwuhrmoor trennend, und setzte sich ursprünglich bis zum Südende der oben angeführten Verwerfung beim Zollhaus fort, hier an die Bruchlinie und mit dieser an die grauen dolomitischen Schieferletten beim Zollhaus anstoßend. An dieser Stelle jedoch wird der Mergelhügel durch die südwestlichsten Sümpfe des Moors, die Weiherwiesensümpfe, unterbrochen, so daß sein mit dem Namen „Im Moos" bezeichnetes Ende sich zwischen die südliche und mittlere Moorbucht beim Zollhaus hineinschiebt. Jene Sümpfe finden ihre Fortsetzung in den sumpfigen, mit dem Unterwuhr zusammenhängenden Wetterwiesen, durch welche das überschüssige Moorwasser mit schwachem Gefälle in den Marbacher Graben und zur Brigach abfließt. Dieser südliche Durchbruch trägt einen viel sanfteren, müheloseren Charakter als der nördliche, vom Neckar gebildete. Er hat sich hier in dem niedrigen Rande auf der schwach geneigten Fläche mit Leichtigkeit vollzogen und ist wohl erst geschehen, als infolge des Emporwachsens des Moors, also der Bildung des Hochmoors, die Wasser der Südseite nicht mehr nach Norden abfließen konnten und so die Wasserscheide nordwärts verlegt wurde. Jedenfalls war der ehemalige See im Norden viel tiefer als im Süden, entsprechend der Neigung des Bodens, und so auch der Wasserdruck dort viel größer als hier.

Der südwestliche, hauptsächlich auf Villinger Markung gelegene Teil des Moors zeigt, dank seiner Lage und dem Umstand, daß sein

Abfluß infolge der schwachen Neigung des Bodens gegen den Marbacher Graben hin ein geringes Gefälle hat, noch die meisten Teiche und Sümpfe. Der interessanteste ist der in nordwestlicher Richtung in den Mergelhügel, welcher nordwärts das Mooswäldle trägt, eingreifende Fieberkleesumpf; sehr charakteristisch in floristischer Beziehung sind aber auch der in seiner südöstlichen Fortsetzung gelegene Tannenwedel- und der dem Zollhaus zugekehrte Erlensumpf, in faunistischer Beziehung die oben genannten Weiherwiesensümpfe.

Der Ostrand des Moors steigt, wie oben gesagt, an den meisten Stellen bald bedeutend an und verrät durch Bodenfarbe und Form der Abhänge den eigentlichen Keuper, dessen bauchige Gehänge zum kleineren Teil einem nicht sehr ergiebigen Ackerbau dienen, größtenteils jedoch mit zusammenhängenden stolzen Fichtenwaldungen bedeckt sind[1]. An mehreren Stellen bei Schwenningen und Dürrheim macht der Gipskeuper seinem Namen durch Gipsbrüche, die freilich teilweise aufgegeben sind, Ehre. Bei höherem Steigen, Sonthausen, Hochemmingen und Thuningen zu, zeigen die Keuperhügel, wenn auch meist in geringer Mächtigkeit, die für unser mittleres Neckargebiet so charakteristischen Schichten des Schilfsandsteins, der roten Wand, des Stubensandsteins und der Zanclodon- oder Knollenmergel, auf welche sich dann der schwarze Jura lagert.

II. Entstehung und Entwicklung des Schwenninger Zwischenmoors.

Wie im vorigen Abschnitt angedeutet wurde, steht es fest, daß sich das Schwenninger Moor in normaler Weise aus einem zusammenhängenden See entwickelt hat, welcher im Anfang der postglacialen Zeit die Mulde zwischen den erhabenen Rändern desselben ausfüllte und außer dem jetzigen Moor noch die Bucht der Hagenwiesen zwischen Reute- und Hülbenwald, ebenso die hinter der ehemaligen Saline gelegenen Wiesen und andere Flächen bedeckte. Eine

[1] Ähnlich sind die vorzugsweise im Trigonodusdolomit liegenden, durch Felderstrecken getrennten Wälder, welche im Norden und Westen die Schwenninger Markung einrahmen, schöne Fichtenwälder. Wo jedoch in diese Waldstrecken die Lettenkohle eingreift, wie z. B. im Saubühl, Hölzle und Dickenbühl, da trägt der fette Boden oft alte Hochstämme von Weißtannen, wie sie schöner wohl nirgends in Deutschland zu sehen sind. Ist ja doch der allerdings vom Blitz seiner Krone beraubte, aber durch einen Seitentrieb neugekrönte und trotz seines hohen Alters noch verhältnismäßig rüstige „Hölzleskönig“ eine der größten Tannen Deutschlands. Er erreicht eine Höhe von 42 m bei fast 2 m Stammdurchmesser in Brusthöhe.

Untersuchung der verschiedenen von oben nach unten aufeinander folgenden Torfschichten würde die Entwicklung des Moors aufs klarste darlegen. Freilich ist der einstige Bestand unseres Moors jetzt sehr gestört, indem dasselbe, zumal auf der Schwenninger Markung, zur Hälfte und stellenweise fast ganz abgebaut ist. In seiner höchsten Erhebung auf der Wasserscheide, die auf eine beträchtliche Strecke mit der württembergisch-badischen Landesgrenze zusammenfällt, ist es jedoch noch ziemlich gut erhalten, und hier könnte durch Graben und Bohren die Schichtenfolge am besten ermittelt werden. Gegen die Ränder hin sind Aufschlüsse vorhanden. Nach eingezogenen Erkundigungen ist die Torfablagerung, wie zu erwarten, in der Mitte der Mulde am mächtigsten; sie beträgt hier 9—10 m. Es ist nun das drittemal, daß der Schwenninger Anteil abgestochen wird. Jeder Stich hat samt der aus noch nicht vollständig vertorftem Humus, sogenanntem Modertorf, bestehenden Abdecke eine Höhe von gegen $1^1/_2$ m, und das Mittelfeld des Moors weist noch eine Mächtigkeit der Torfablagerung von 5—6 m auf, könnte also noch 3—4mal abgestochen werden.

Leider konnte ich mich auf die Untersuchung des Torfs und seiner verschiedenen Schichten nicht einlassen. Betrachten wir aber die jetzigen Vegetationsverhältnisse des Schwenninger Moors, besonders an den nach Süden gegen Dürrheim in die Gipskeupermergel und nach Südwesten gegen die Erhebung beim Zollhaus ausgehenden Rändern und vergleichen mit denselben die der Dürrheimer Moore auf Unterwuhr und Ankenbuck, so sind nach den unten genannten Moorschriften folgende Schlüsse gerechtfertigt.

Die erste Pflanzen- und Tierwelt des einstigen großen Moorsees entwickelte sich in Wasser mit mineralischem Untergrund, das also an Pflanzennährstoffen, besonders an Kalk sehr reich war. Sie trug den Charakter des profundalen Phyto- und Zoobenthos, d. h. einer Tiefenflora, bestehend aus Schizophyceen und Grunddiatomeen, und einer Tiefenfauna, welche besonders Rhizopoden, Heliozoen, manche Flagellaten, z. B. gewisse Eugleniden und Peranemiden, einige Infusorienarten, viele niedere Würmer, wenige Arten von Copepoden und andere Schlammgrundbewohner umfassen mochte. In den mittleren und oberen Wasserschichten aber hatte die erste Pflanzen- und Tierwelt des Moorsees den Charakter des gewöhnlichen Süßwasserplanktons, d. h. einer schwebenden Mikrovegetation und Mikrofauna, aus Schizophyceen, Conjugaten, Planktondiatomeen, Peridineen und Bakterien, ferner aus Flagellaten, Ciliaten, pelagisch

lebenden Rotatorien, Gastrotrichen, Turbellarien, Oligochaeten, Copepoden, Daphniden, Ostracoden, Hydrachniden u. a. zusammengesetzt. Dazu gesellten sich als Vertreter der emersen und submersen Hydrocharitenvegetation Fadenalgen, Leber- und Laubmoose und von Blütenpflanzen *Lemna* und *Utricularia*, wahrscheinlich auch *Hydrocharis* (jetzt nicht mehr in der Gegend) u. a. Das stufenweise gesteigerte organische Leben des Benthos, Planktons und der Hydrocharitenflora bereitete bald auch die Stätte für höheres aquatisches Tierleben, das in pflanzenfressenden und räuberischen Insekten und Insektenlarven, in Schnecken und Muscheln, in hochorganisierten Würmern (Hirudineen und *Limnodrilus*), in geschwänzten und ungeschwänzten Lurchen gipfelte.

Mit der Zeit verschaffte sich das Wasser des Sees, wie schon gesagt, einen stärkeren Abfluß, indem es nordwärts den Keuperhügel abschwemmte und als Neckar durchbrach. Dadurch einerseits, anderseits durch Ablagerung von mineralischem Detritus, sowie hauptsächlich von Sapropel oder Faulschlamm (herrührend von den Resten pflanzlicher und tierischer Wasserorganismen niederer und höherer Arten, nicht zum geringsten Teil auch von herbeigewehtem Blütenstaub) nahm die Tiefe des Wassers ab, und der erhöhte Seeboden bedeckte sich mit einer limnetischen oder Schlammvegetation. Diese bestand aus ganz untergetauchten oder mit Schwimmblättern versehenen Pflanzenvereinen, welche reichliche Nahrung aus dem mineralisch-sapropelitischen Grunde wie aus dem immer noch kalkreichen Wasser ziehen konnten. Von Algen traten jetzt die am höchsten entwickelten Cladophoraceen und Characeen, von Moosen *Hypnum*-Arten, wohl auch *Fontinalis* (ich traf *F. antipyretica* in der Quelle einer moorigen Wiese beim Dickenhardt) auf, von Blütenpflanzen *Potamogeton*, *Polygonum amphibium* var. *natans*, *Ranunculus* (Sektion *Batrachium*), *Callitriche*, vielleicht auch Nymphaeaceen, welche zwar jetzt in der Gegend fehlen.

Infolge weitergehender Aufschüttung des Seebodens durch Mineralfragmente, die durch Wellenschlag und Strömungen von den Rändern desselben weggespült wurden, und infolge fortdauernder Sapropelbildung verwandelte sich die limnetische in eine telmatische oder Sumpfvegetation mit aufgetauchten Assimilationsorganen, welche, in nährstoffreichem, größtenteils noch mineralischem Untergrund wurzelnd, eine recht üppige Entwicklung nahm. Hohe Rohrbestände, gebildet aus *Phragmites*, *Typha*, *Scirpus Tabernaemontani* und *Phalaris arundinacea*, vielleicht auch *Glyceria aquatica*

(jetzt nicht mehr in unserem Moor) bedeckten (wie noch heute auf dem nahen Dürrheimer, da und dort auch noch auf dem Schwenninger Moor) die Ufer und seichteren Stellen des an Tiefe mehr und mehr abnehmenden Sees, entweder rein oder untermischt und abwechselnd mit Beständen von *Equisetum limosum*, *Carex paniculata*, *acuta*, *teretiuscula*, *rostrata* u. a., mit *Lysimachia thyrsiflora* und *vulgaris*, *Senecio spatulifolius*, *Menyanthes trifoliata*, *Oenanthe aquatica*, *Hippuris* u. a. gegenwärtig noch in den Dürrheimer Mooren und an den Rändern des Schwenninger Moors wachsenden Sumpfpflanzen.

Eine solch üppige Sumpfvegetation mußte bei ihrem geselligen Wachstum und dem von ihr erzeugten starken Rhizomfilz eine bedeutende Erhöhung des Bodens durch Ablagerung rein organischer Schichten auf dem mineralisch-sapropelitischen Grunde, sowie anfangs durch Vermoderung, später bei stärkerer Packung des Materials durch Fäulnis eine Vertorfung der pflanzlichen Reste, endlich, von den Rändern des Sumpfes ausgehend, eine fortschreitende Verlandung desselben zur Folge haben und so allmählich der seitherigen autotrophen Vegetation die Möglichkeit des Fortkommens rauben. An ihre Stelle trat an einigen verlandeten Stellen der Bruchwald, auch noch aus autotrophen Gewächsen bestehend, die jedoch mit ihren tiefgründigen Wurzeln die Möglichkeit hatten, die Torfablagerung zu durchbrechen und aus dem mineralisch-sapropelitischen Untergrund sich zu ernähren.

Der Bruchwald bestand aus einer höheren Vegetation von *Alnus glutinosa* (jetzt noch in einem kleinen Bestand am Rande des Moors beim Zollhaus), verschiedenen Weiden, *Populus tremula*, *Pirus aucuparia*, an lichteren Stellen aus einer mittleren von *Filipendula ulmaria*, *Peucedanum palustre*, *Lycopus europaeus*, *Comarum palustre*, *Menyanthes*, *Carices* und *Aspidien*, endlich aus niedrigen Beständen von *Caltha palustris*, *Viola palustris*, *Equisetum palustre*, *Hypnaceen* und *Marchantia polymorpha*. Die karbonösen Rückstände des Bruchwaldes vermehrten die Mächtigkeit der Torfablagerung so sehr, daß die kapillare Zufuhr des nährsalzreichen Grundwassers in den oberen Schichten mehr und mehr zurücktrat gegenüber der Speisung der Pflanzendecke durch das nährstoffarme Wasser der meteorischen Niederschläge. So mußten nach und nach die in bezug auf Ernährung anspruchsvolleren autotrophen Pflanzen weichen und den nährstoffarmen Boden den mykotrophen Gewächsen überlassen, welche vermöge ihrer Symbiose mit Mycelien imstande sind, die zu ihrem Bestehen not-

wendigen Nährstoffe einem mineralarmen Humusboden zu entnehmen. Die Erle räumte der Birke und Föhre, später auch der Eiche und Fichte das Feld; der Bruchwald verwandelte sich in den Übergangswald, das *Alnetum* in ein *Betuleto-Pinetum*, in welchem die Bodendecke von Hypnaceen gebildet wurde. Stellenweise, zumal am Rande, folgte der durch Föhre, Birke und Eiche charakterisierte Übergangswald wohl auch unmittelbar auf das *Arundinetum*.

Daß unser Moor einst größtenteils von einem Walde bedeckt war, steht fest. Alte Torfstecher erzählen, daß man beim ersten und zweiten Abstich viele Baumstumpen ausgrub, nicht selten auch liegende, vom Wind gefällte Stämme. Ich selbst habe in meiner Jugend noch solche gesehen. Leider sind keine aufbewahrt worden, da nach einem, freilich ungeschriebenen Rechte die ausgegrabenen Holzschätze dem Torfstecher, der sie fand, gehörten. Meist waren es Erlen, Birken und Föhren, seltener Fichten; aber auch Eichenstämme (stets nur *Quercus robur*) wurden je und je gefunden. Die Weißtanne fehlte, wie sie überhaupt dem Moore fehlt. Bekanntlich konservieren die Humussäuren die meisten eingeschlossenen organischen Reste, zumal das Holz, gut, jedoch je nach der Art derselben mehr oder minder. Am besten erhielten sich natürlich die Eichen; aus ihrem von den Torfsäuren gebräunten und gehärteten Holze (bei Bearbeitung desselben, so erzählen die Torfstecher, sei die Axt abgepralit) machte der Küfer gute „Wasserfäßle", in denen die Torfarbeiter das nötige Trinkwasser von Hause mitnahmen. Ebenfalls noch in gutem Zustande befanden sich die harzigen Föhren- und Fichtenstämme und die Birken. Erlenreste wurden seltener ausgegraben, da Erlenholz dem Vertorfungsprozeß am wenigsten widersteht.

Die Spuren des Übergangswaldes haben sich noch erhalten in zahlreichen, aber nun vereinzelten Exemplaren von *Pinus silvestris*, *Picea excelsa*, *Betula pubescens* und *verrucosa*, von *Populus tremula*, *Rhamnus frangula*, *Pirus aucuparia*, *Salix aurita*, *cinerea*, *caprea*.

Durch den Übergangswald wurde der Übergang vom Flachmoor zum Hochmoor eingeleitet, in Wirklichkeit vollzogen jedoch erst durch das stellenweise denselben schon begleitende, an den meisten Stellen erst auf ihn folgende Vaginetum, das im Schwenninger Moor gegen die Mitte hin noch jetzt sehr ausgedehnt ist und hauptsächlich gebildet wird von *Eriophorum vaginatum* mit rasenförmigen, horstartig hervorragenden Stöcken. Ob dem weniger nassen

Vaginetum, wie auf manchen norddeutschen und Schweizer Mooren, teilweise auch auf den weiter unten beschriebenen Schwarzwald-Hochmooren ein feuchteres *Rhynchosporeto-Scheuchzerietum* (vorwiegend aus *Rhynchospora alba* und *fusca*, sowie aus *Scheuchzeria palustris* bestehend) vorausging, könnte durch Untersuchung des Torfs festgestellt werden. Lebend findet man diese Pflanzenvereine auf den Baarmooren nirgends, obwohl manche Örtlichkeiten für dieselben geeignet wären. Dagegen trägt der Blindsee auf dem nur wenige Meilen entfernten Schonacher Hochmoor am südlichen Ufer noch einen schönen Bestand von *Scheuchzeria palustris*, während *Rhynchospora* auch hier fehlt.

Das schon zum Hochmoor zu rechnende Vaginetum hatte noch zu Anfang des vorigen Jahrhunderts eine weit größere Ausdehnung als jetzt. Bezirksarzt Dr. Sturm sagt in seiner aus jener Zeit stammenden Beschreibung von Schwenningen, daß die Samenwolle von *Eriophorum* im Sommer massenhaft vom Wind umhergewirbelt und bis in den Ort hineingeblasen werde, und daß man Versuche gemacht habe, sie zu Kleidungsstücken zu verarbeiten.

Mit dem Auftreten des Vaginetums verschwinden die meisten höheren autotrophen Gewächse, welche die zum Flachmoor gehörigen Ränder besetzen, und die Zahl der mykotrophen Pflanzen, die in den Gattungen *Betula*, *Pinus* und *Picea* schon im Übergangswalde auftraten, wird vermehrt durch die für das Hochmoor so charakteristischen Ericaceen: *Vaccinium myrtillus*, *uliginosum*, *vitis idaea* und *oxycoccus*, *Calluna vulgaris* und *Andromeda polifolia*, welch letztere leider durch Entwässerung und Abstich jetzt ganz ausgerottet ist, aber nach Sturm, Schübler und Martens im vorigen Jahrhundert hier nicht selten war. Unter den Moosen treten die Hypnaceen (nur *Aulacomnium* ist noch häufig) gegen die *Polytrichum*- und besonders gegen die *Sphagnum*-Arten zurück. Mit ihnen und den eben erwähnten Ericaceen, sowie mit *Drosera rotundifolia* tritt der Hochmoorcharakter im Zwischenmoor klar und rein hervor, was sich auch äußerlich, wo der Torf nicht abgestochen ist, im Ansteigen der Oberfläche gegen die Mitte ausprägt. Die höchste Erhebung, verursacht durch das lebhafte Empor- und Weiterwachsen der *Sphagnum*-Rasen, sehen wir noch auf der Landesgrenze; sie stellt zugleich auch, wie schon bemerkt, die Wasserscheide zwischen Rhein (Neckar) und Donau (Brigach) dar, die jedenfalls erst beim Aufbau des Hochmoors hierher verlegt wurde, einst aber von dem *Trigonodus*-Hügel und seinem mit Schieferletten bedeckten Ausläufer

über die Keupermergelhügel gegen den Oberwald lief. Die auf dem Villinger und Dürrheimer Mooranteil sich sammelnden Gewässer haben also ursprünglich noch dem Neckargebiet angehört, und der jetzige Abfluß derselben zum Marbacher Graben ist neueren Datums. Merkwürdig war mir auch bei diesen Erwägungen die Angabe Sendtner's, daß nach Lasius der größte Teil der norddeutschen Hochmoore auf der Wasserscheide der Flüsse liege.

Wenn die jetzige Erhebung im mittleren Teil des Moors nicht bedeutend ist, so hat das seinen Grund darin, daß die Mulde, in welcher das Moor entstand, tief war, und daß der Weiterentwicklung desselben schon längst durch Entwässerung behufs Abbau Einhalt getan worden ist. Jedenfalls aber war sie vor derselben weit erheblicher als gegenwärtig, wie ja bekanntlich der Trockenlegung der Hochmoore ein Zusammensinken derselben um ein oder mehrere Meter folgt.

Das in die höchste Erhebung des Schwenninger Moors fallende Sphagnetum, besonders schön noch an der Dürrheimer Grenze entwickelt, hatte vor dem Abbau desselben eine weit größere Ausdehnung und erstreckte sich, von einem das Moor durchziehenden breiten Rücken nach den Seiten ausstrahlend, wohl über den größten Teil desselben. Davon zeugt, daß *Sphagnum*-Arten am nördlichen Rand beim Moosweiher, teilweise auch am westlichen, östlichen und südöstlichen (weniger aber am noch stark mineralischen südwestlichen beim Zollhaus) in zusammenhängenden Rasen, also bestandartig, weite Flächen bedecken, hier stark fruktifizieren und reichlich mit *Drosera rotundifolia* besetzt sind. Vor der Entwässerung des Moors breitete sich das Sphagnetum wohl auch vielfach noch über die Ost- und Westränder aus, welche jetzt größtenteils in ein trockenes Heidemoor oder Callunetum umgewandelt sind, nachdem die Torfmoose infolge von Austrocknung abstarben.

Überhaupt sprechen viele Zeichen dafür, daß das Schwenninger Moor ehemals eine weit größere Ausdehnung hatte als heute. Schwarzer Moorboden bedeckt weit über seine jetzigen Grenzen nicht nur die oben genannte Bucht der Hagenwiesen und die Wiesen hinter der ehemaligen Saline nördlich vom Moosweiher, sowie die an der Nordseite des Dickenhardts gelegenen, sondern auch teilweise das Ackerland östlich und südlich vom Dickenhardt, wie auch die vom Kugelmoos gegen den Spitalbühl ansteigende Wiesenfläche. Auf den eben genannten, hinter der einstigen Saline gelegenen Wiesen verrät im Frühling die daselbst häufige Trollblume (*Trollius europaeus*)

schon von ferne die starke Vermoorung. Neuerdings wird hier auch Torf gestochen (die Torfdecke ist stellenweise 3—5 m tief), an einer höher gelegenen Stelle aber der unter der schwachen Moordecke liegende bläuliche Letten abgebaut und zu schönen Fassadesteinen gebrannt. Das nordwärts vom Moosweiher auf dem stark abgetragenen und vom Wasser des einstigen Sees durchfressenen Mergelhügel gelegene Ackerland trägt auf seinem schwarzen Moorboden, welcher wie derjenige vor und neben dem Dickenhardt durch guten Kartoffelertrag bekannt ist,[1] als Unkraut reichlich die Landform von *Polygonum amphibium*. Es ist zu vermuten, daß hier am Rande des Moorsees einst *P. amphibium* f. *natans*, welche Form jetzt in den Weihern des Moors nicht mehr zu finden ist, ihre Schwimmblätter auf dem Wasserspiegel ausbreitete, sich aber beim allmählichen Verschwinden desselben in die Form *terrestre* umwandelte.

Dieselbe Erscheinung zeigt uns der Nordrand des Dürrheimer Unterwuhrmoors, auf welchem *P. amphibium* f. *terrestre* häufig wächst. Die benachbarten Äcker und Wiesen geben durch ihren schwarzen Moorboden Zeugnis von der einstigen größeren Ausdehnung dieses Moors. Jetzt noch greift es ostwärts über die erhöhte Straße hinüber, füllte aber in dieser Richtung einst die große Wiesenfläche bis zur stillen Musel aus. Aber auch nord- und südwärts zeigen sich die Spuren des einstigen großen Sees und daraus entstandenen Moors in der schwarzen Erde des Wiesen- und Ackerlandes und in der starken Verlehmung der sie tragenden Keuperhügel. Sogar im Dorfe Dürrheim bedeckt an den tieferen Stellen eine 10—20 cm mächtige kohlschwarze Humusschichte den Boden, wie ich 1903 an der aufgegrabenen Straße in der Nähe der Kirche wahrnehmen konnte. Das hinter Dürrheim gelegene Ankenbuckmoor, das westwärts seine Fortsetzung im Moor der Schabelwiesen findet, ist nur ein kleiner Rest des einst ostwärts noch die Wiesenflächen an der stillen Musel bedeckenden größeren Moors.

Ein weiteres untrügliches Kennzeichen, daß das ursprüngliche Flachmoor einst ein viel größeres Areal bedeckte als jetzt, sind die zahlreichen Bulte, welche wie riesige alte Maulwurfshügel oder wie größere Ameisenhaufen die südlichen und südwestlichen Grenzflächen gegen Dürrheim und das Zollhaus, sowie auch den Westrand gegen das Mooswäldle bedecken. Jetzt vorzugsweise mit Thymian und

[1] Nach Sendtner eignet sich der Moorboden in ausgetrocknetem Zustand besonders gut für den Anbau von Kartoffeln, was ich auch in den Moorkulturen Ostfrieslands beobachten konnte.

Heide, auf der Landzunge „Im Moos“ je und je auch mit Wacholder bewachsen, waren es einst größere und kleinere Seggenrasen von *Carex paniculata* und *C. canescens* (vielleicht auch von der gewöhnlichsten und bedeutendsten Urheberin der Seggenbulte, welche die Zsombekformation Kerner's bildet, von *C. stricta*. Jedoch konnte ich dieses interessante Riedgras lebend weder im Schwenninger noch im Dürrheimer Moor entdecken, obgleich besonders in letzterem geeignete Örtlichkeiten für dasselbe vorhanden waren und noch sind). Jene Seggenrasen ragten an seichteren Stellen, zumal an den Rändern als Vegetationshügel aus dem Sumpfe hervor, wie dies noch heute auf Dürrheimer Markung, noch mehr im eigentlichen Dürrheimer Moor am Ankenbuck so schön zu sehen ist. Anfangs kleinere dichte Rasen, ähnlich den Horsten von *Eriophorum vaginatum*, bildend, wuchsen sie durch Vergrößerung der Seggenrhizome, sowie durch Auffangen und Festhalten von herbeigewehtem Staub immer höher empor, bereiteten so nach und nach den Boden für eine mehr Trockenheit liebende Vegetation vor und waren, abgesehen von der Entwässerung, die Hauptursache der Verlandung des Sumpfs an diesen Rändern.

In einem späteren Abschnitt über die Vegetationsverhältnisse der Moorränder werden wir noch einmal auf die Bulte zu sprechen kommen. Hier interessieren sie uns nur insofern, als sie über die Ausdehnung des einstigen Moorsees und über seine Abflüsse wertvolle Aufschlüsse geben. Wo sie auftreten, sind sie in ihren obersten Reihen Höhenmarken für den höchsten Wasserstand des ehemaligen Moorsees; in allen Reihen aber bezeichnen sie die jeweiligen Grenzlinien seiner Ufer. Aus den Bulten des Hügels „Im Moos“ und denen des Keuperhügels, welcher im Süden das Schwenninger vom Dürrheimer Unterwuhrmoor trennt, ersehen wir klar, daß diese beiden Hügel einst zusammenhingen und die Bildung eines Abflusses gegen die Wetterwiesen erst später und zwar nach und nach erfolgte. Die Bulte ziehen sich an den Abhängen herunter und bezeichneten in lebendem Zustande die jeweilige Höhenmarke des Wasserstandes.

Der flache Ostrand des Moors gegen Ober- und Hülbenwald hin ist arm an Bulten; auch sind dieselben meist kleiner als die an den Hügeln beim Zollhaus und gegen den Marbacher Wald, sowie am eben erwähnten Grenzhügel des Moors gegen Dürrheim hin. Jene Bulte des fast flachen Ostrandes müssen wir als spätere Bildungen ansehen; sie entstammen einer Zeit, wo der Moorsee schon bedeutend zurückgegangen war. Die Bulte dagegen, welche auf

dieser Seite die Ufer des ursprünglichen großen Sees umsäumten, sind nicht mehr auf dem jetzigen Moor, sondern in den angrenzenden Gebieten des Ober-, Hülben- und Vesenwaldes zu suchen, welche im selben Niveau liegen wie die obersten Bultreihen der südlichen und südwestlichen Grenzhügel. Hier sind sie freilich durch die Waldkultur verwischt, jedoch finden wir noch deutliche Spuren von ihnen.

Aus diesen Betrachtungen ergeben sich interessante Schlüsse über den ersten Abfluß des Moorsees. Es war dies nicht der jetzige Neckargraben sondern die viel höher gelegene Schlucht, welche von der Spitze der Moorbucht zwischen Hülben- und Reutewald ausgeht, den Vesenwald vom Reutewald scheidet und gegen die Mühlhauser Wiesen ausmündet. Diese Schlucht, jetzt, abgesehen vom Abfluß des „Setzebrünneles", ein Trockental, führte zuerst den Überfluß des großen Moorsees dem Mühlhauser, vom Jura herkommenden Bach zu, in einer Zeit, wo dieser einen weit stärkeren Nebenfluß des Neckars bildete als jetzt, und letzterer durchfloß damals das nahe bei Dauchingen gelegene, parallel mit seinem jetzigen Anfangslauf dahinziehende Trockental. Der damalige Neckar und Mühlhauser Bach bewerkstelligten, teils allein teils vereinigt, den malerisch schönen Durchbruch des Muschelkalks ostwärts von Dauchingen, in der Baar als „Neckartäle" bekannt und besucht, weil in botanischer wie in landschaftlicher Beziehung eine sehr interessante Örtlichkeit. Vor dem Eintritt ins Neckartäle berührt der Mühlhauser Bach den merkwürdigen Schotterhügel, der den Namen Rotenberg oder „Schopfelenbühl" trägt. An der Bildung desselben nahm der von Mühlhausen kommende Bach den Hauptanteil, was die vom Jura herstammenden Gerölle bezeugen. Außer ihm war aber bei dieser Aufschüttung in späterer Zeit wohl auch der Neckar tätig, der jetzt nach dem Zurückweichen der Keuperhügel gegen Südosten sein erstes Bett verlassen hatte und ein zweites, südöstlich von Dauchingen gelegenes Trockental durchfloß.

Nach Sauer (Festrede, gehalten am Geburtsfest Sr. Majestät des Königs Wilhelm II. von Württemberg, 25. Februar 1905), dessen Ausführungen ich hier folge, sind nämlich die drei merkwürdigen Trockentäler, welche mit dem jetzigen Neckargraben parallel laufen, und von denen eines nördlich von Dauchingen liegt, zwei andere aber zwischen diesem Orte und Schwenningen sich hinziehen, nichts anderes als die ehemaligen, in verschiedenen Perioden aufeinander folgenden Flußbetten des Neckaranfanges. Die Längenentwicklung

und die Tiefe dieser drei Täler nimmt in der oben angeführten Reihenfolge zu. Die größte Länge besitzt das fast ganz auf Schwenninger Markung gelegene. Es zieht sich, an der Villinger Grenze in der Nähe des berühmten Hölzlekönigs beginnend, an Schwenningen vorbei, zwischen Winter- und Sommerhalde hin, den Rosenrain hinab bis zum Schopfelenbühl, an dessen Fuß es sich mit dem zweiten, von „Hummels Holz" und weiter her kommenden vereinigt.

Die drei Erstlingstäler des Neckars, sowie sein jetziges Bett folgten dem Zurückweichen oder vielmehr der allmählichen Abtragung des Keuperrandes gegen Südosten hin. Auch der Neckar von heute hält sich bei Schwenningen genau an die der Abtragung verfallene Keuperwand des Reutehügels. Sein jetziges Bett ist erst nach bedeutender Abnahme des Moorsees gebildet worden. Als der Abfluß desselben nicht mehr seinen Weg nach Osten gegen den Mühlhauser Bach nehmen konnte, mußte der Keuperhügel der Wasenhütte beim Moosweiher durchbrochen werden. Dies geschah in zwei Gräben, von denen der nordöstliche jetzt die Verlängerung des Hauptgrabens bildet und die Gewässer des mittleren und nordwestlichen Moors abführt, der südöstliche, den Wasenhügel abtrennende aber die Moorbucht gegen die Hagenwiesen hin entwässert.

Der vereinigte Abfluß des Moors ergoß sich zuerst in einen kleineren, die Wiesen „hinter der Saline" bis zum Lettbühl erfüllenden See, in welchen auch der Abzugsgraben des Rietesumpfes vor dem Dickenhardt sich ergoß, bis auch dieser Weiher sich einen Abfluß verschaffte und den Lettenkohlenhügel beim „Neckarursprung" durchbrach. Unterhalb desselben drängte sich, wie schon gesagt, der Neckar einige Zeit nahe an den dem Gipskeuper angehörigen Reutehügel hin, hier im sogenannten Brühl am Ostende Schwenningens einen großen See bildend. Einen Ausläufer des Reutehügels am Weiherrain durchbrechend, gelangte er wieder ins Lettenkohlengebiet, in dem er sich zuerst behaglich zu einem flachen See ausdehnen, später hinschlängeln und zuletzt mit dem Mühlhauser Bach vereinigen konnte, jetzt natürlich viel weiter oben, als dies in den zwei ersten, mehr nordwärts gelegenen Flußbetten geschehen war.

So sehen wir also, wie der Aufbau des Schwenninger Moors eng mit der Bildung des obersten Neckarlaufs zusammenhängt und mitgeholfen hat, demselben seine jetzige Gestalt zu geben.

Aus dem geschilderten Entwicklungsgang ergibt sich, daß das Wasser des Schwenninger Zwischenmoors arm an mine-

ralischen Nährstoffen, besonders auch arm an Kalk sein muß, da es den mineralischen Untergrund nicht oder kaum mehr erreicht. Durch den Kalk werden im Flachmoor die Humussäuren gebunden, so daß das Wasser ziemlich klar erscheint; im kalkarmen Hoch- und Zwischenmoor sind sie frei und verleihen dem Wasser eine stark gebräunte Farbe, wie sie uns der Schwenninger Moosweiher und der aus ihm und dem nordöstlichen Teil des Moors abfließende Neckar deutlich zeigen. Die in den Zwischenmoorsümpfen lebenden Pflanzen erreichen nicht mehr die Üppigkeit der im mineralischen Grunde wurzelnden Gewächse des Flachmoors. Ein Vergleich der Moortümpel im Sphagnetum an der Landesgrenze mit den Seen des Dürrheimer Moors erweist dies klar. Dort bildet flutendes Torfmoos *(Sphagnum cuspidatum plumosum* und *mollissimum)*, spärlich auch noch *Hypnum fluitans*, durchwoben von *Comarum palustre* und nicht fruktifizierender *Utricularia minor*, eine Decke, die bei hohem Grundwasserstand einen Schwingrasen von größerem Umfang bildet. Hier (im Dürrheimer Moor) erblicken wir hochwüchsige *Arundineten*, *Magnocariceten*, gebildet von *Carex paniculata*, *teretiuscula*, *pseudocyperus* u. a., Bestände von *Scirpus Tabernaemontani* (*Scirpus lacustris* fehlt, wie weiter unten noch hervorgehoben werden wird, beiden in Rede stehenden Mooren! und *Hippuris vulgaris*, üppige unterseeische Wiesen von *Chara hispida*, dazwischen und darüber eine größtenteils reichlich blühende und fruchtende Schwimm- beziehungsweise Tauchvegetation von *Utricularia vulgaris*, *Lemna trisulca* und *Cladophora fracta*.

Überhaupt zeigen die Hoch- und Zwischenmoor-Organismen den in nährstoffreichen Sümpfen lebenden Formen derselben Arten gegenüber nicht selten eine auffallende Verkümmerung im Wuchs, weshalb man sie mit den ausschließlich den Hoch- und Zwischenmooren eigenen Lebewesen als kleine Moor- beziehungsweise Hungerformen bezeichnen kann.

Ich verweise auf manche im systematischen Teil dieser Arbeit beschriebenen Desmidiaceen (z. B. *Penium digitus*), auf *Limnaea stagnalis*, *Planorbis marginatus*, die Arten der Gattungen *Pisidium*, *Sphaerium* u. a. Die Moorform von *Molinia caerulea* wird bekanntlich als *forma minor* von der stattlichen *forma arundinacea* unserer Wälder unterschieden. Sehr deutlich tritt dieser Unterschied auch beim Wasserfenchel *(Oenanthe aquatica)* hervor. Die schmächtigen Pflanzen im Tannenwedelsumpf beim Villinger Zollhaus, der sich übrigens durch seine Kalkauswitterung am Rande schon mehr dem

nährstoffreicheren Flachmoor angehörig ausweist, sind Zwerge gegenüber den robusten, mächtig verzweigten Stengeln, die ich in den Gräben und Sümpfen Ostfrieslands, sowohl im Marschland als in der Geest sah.

Sehr auffallend ist, daß die fleischfressende *Utricularia* auf Schwenninger Markung niemals blüht und fruchtet. An *Utricularia minor*, am Rande des Moosweihers wie in den Sümpfen an der Dürrheimer Grenze häufig, also in der Nähe des Sphagnetums, seltener in demselben, sah ich nirgends Blüten. *Utricularia vulgaris*, dem Moosweiher fehlend, erst in den Sümpfen des Dürrheimer und Villinger Anteils auftretend, blüht in der Nähe des Sphagnetums noch nicht sondern erst auf Dürrheimer Markung da, wo das Moor an den Gipskeuper stößt, am schönsten aber im Dürrheimer Ankenbuckmoor, das auf der Grenze der oberen Lettenkohlenschichte gegen die Gipskeupermergel liegt. Hier im klaren, nährstoffreichen Wasser steht auch das *Typhetum* am üppigsten und ist im Spätsommer reichlich mit großen samtschwarzen Kolben geschmückt, während die Rohrkolben im Schwenninger Moosweiher mit kaffeebraunem Wasser schwächlicher bleiben und seltener fruktifizieren, besser schon in den ziemlich klaren Weihern der südwestlichen, gegen die Wetterwiesen gerichteten Moorbucht, welche, wie oben gesagt, in den südlichen Keupermergelhügel eingreift. Auch die Untersuchung der Seggen ergibt, daß dieselben in den nährstoffreichen Gewässern der Dürrheimer und Villinger Markung, besonders aber auf dem Dürrheimer Ankenbuckmoor reichlicher, wohl auch mit besseren Samen fruktifizieren als im nährstoffarmen des zum Hochmoor zu rechnenden Sphagnetums — eine Tatsache, auf welche schon Sendtner (Vegetationsverhältnisse Südbayerns) hinweist und sie daraus erklärt, daß der Mangel an Fruchtentwicklung im Mangel an phosphorsaurem Kalk begründet sei. (Nach Ramann beträgt der Gehalt an Phosphorsäure P_2O_5 bei Hochmoortorf nur 0,1 %, bei Zwischenmoortorf 0,2 %, bei Flachmoortorf 0,25 %.) Der stattliche *Carex pseudocyperus*, mineralischen Untergrund beanspruchend, kommt erst im Dürrheimer Mooranteil, also am Rande unseres Zwischenmoors, am schönsten und besten fruchtend aber auf dem eigentlichen Dürrheimer Moor vor. Diese Beobachtung stimmt auch überein mit der allgemeinen Wahrnehmung, daß die Seggenbestände der Flachmoore fast durchaus Arten und Formen von viel höherem und kräftigerem Wuchse, namentlich auch mit reicheren Blüten- und Fruchtständen, umfassen als die der Zwischen- und Hochmoore, weshalb bekanntlich jene als

Magnocariceten von den Parvocariceten der letzteren unterschieden werden. Als treffende Beispiele möchte ich hier die dürftigen Bestände von *Carex pauciflora* der Schonacher Hochmoore, sowie die niedrigen Vernarbungsbestände von *C. canescens*, wie sie die Stichflächen des Schwenninger Moors bedecken, den üppigen, oft mehr als meterhohen Seggenrasen von *C. acuta* und *rostrata* gegenüberstellen, welche die in den mineralischen Untergrund eingeschnittenen Gräben des letztgenannten Moors erfüllen.

III. Die Pflanzenwelt des Schwenninger Moors in den verschiedenen Jahreszeiten.

Nachdem wir die Entstehung des Schwenninger Moors und den Werdegang, den es im Lauf der Jahrtausende genommen hat, in kurzen Zügen betrachtet haben, wollen wir, nebenbei auch die ästhetische Seite desselben ins Auge fassend, seine Erscheinungsformen innerhalb eines Jahreslaufs kennen lernen.

Der Frühling tritt auf dem Moor, im Schwäbischen Moos genannt, erheblich später ein als im umliegenden Gelände. Die Ursache hiervon liegt darin, daß der Torfboden trotz seiner dunklen Farbe infolge seines Wassergehalts kalt und das Moor häufig von kalten Nebeln, welche auch Spätfröste im Gefolge haben, bedeckt ist. Über den schwarzen Flächen der von grünem Schimmer (erzeugt durch Protonema von Moosen, durch Protococcaceen, Conferven u. a. Algen) überzogenen Torfstiche erhebt sich, namentlich am östlichen und westlichen Rande, eine graubraune Terrasse, bekleidet mit *Calluna*-Heide, verschiedenen Moosen (besonders Widertonen und *Cerotodon purpureus*), Renntierflechten und anderen Cladonien, dürren Seggen- und Wollgrasrasen, kahlen Weiden-, Pappeln-, Birken- und Faulbaumbüschen. Alte Stiche wie auch manche Stellen der trockenen Ränder sind in ein düsteres Rot gekleidet. Dies Kleid besteht aus alten Blättern und Stengeln des kleinen Ampfers (*Rumex acetosella*). Große Rasenflächen, zumal an der Dürrheimer Grenze, bilden hiezu einen grellen Farbengegensatz durch ihr ins Strohfarbene stechende Weiß, herrührend von den gebleichten Blättern und Halmen des Pfeifengrases (*Molinia caerulea*).

Die ersten Frühlingszeichen erscheinen am Rande, auf Bulten und anderen trockenen Plätzen des Moors; es sind die weißen Kreuzblütchen der rosettenblättrigen *Eriophila verna* und die goldenen Sternchen von *Potentilla verna*, gehören also xerophilen Pflanzen an. An den aufgeworfenen Rändern des in den mineralischen Unter-

grund einschneidenden Hauptgrabens brechen in Menge die gelben Korbblüten eines nicht dem Moore angehörigen Gewächses hervor, nämlich von *Tussilago farfara*. Doch schon anfangs April (manchmal schon Ende März) stechen auch im Moor selbst die hellgelben Blütenähren von *Eriophorum vaginatum*, umgeben von noch geschlossenen schwarzen, aus der erstorben scheinenden Pflanzendecke heraus. An sonnigen Frühlingstagen werden diese dünnen Wollgrashorste, wie die gleichzeitig blühenden, größere Bestände bildenden Rasen von *E. polystachium* und die vereinzelten Stöcke von *E. latifolium* von zahlreichen Pollensammlern besucht und liefern dem Hymenopterensammler willkommene, oft seltene Ausbeute. Bald sehen wir den düsterfarbenen Pflanzenteppich an verschiedenen Stellen auch noch geschmückt mit den bräunlichgelben Infloreszenzen verschiedener Carices, ferner von *Luzula multiflora*, seltener *campestris*, und den von vielerlei Insekten umschwärmten goldgelben Weidenkätzchen (vor allem von *Salix aurita*, *cinerea*, *caprea*, *pentandra*, *repens*).

Große Strecken des Moorrandes, so der Keupermergelhügel der Wasenhütte, der Ostrand zwischen den einstigen Bohrhäusern und größere Strecken beim Zollhaus glänzen im April und Mai mit den himmelblauen, im Mittelfelde weißschimmernden Sternen des Frühlingsenzians (*Gentiana verna*). Da und dort mischt sich in dieses Himmelblau das Goldgelb der Schlüsselblume (der alemannische Dialekt der Baar nennt sie Bartengele), zuerst der *Primula elatior* und dann, aber auch noch gleichzeitig mit ihr der *P. officinalis*. Wo beide im Konkurrenzkampfe miteinander stehen, da behauptet sich, wie in andern Gebieten, die hohe an tiefer liegenden, feuchteren, die duftende arzneiliche Schlüsselblume aber an höher gelegenen, mehr trockenen Stellen. Die Moorwiesen zwischen Dürrheim und Donaueschingen schmückt noch die zierliche *P. farinosa*. Auf dem Wasenhügel sind in das Himmelblau der hygrophilen *Gentiana verna* die purpurnen, seltener weißen Blüten der ebenfalls Feuchtigkeit liebenden *Orchis morio* und die Blattrosetten und Blütenstengel der mehr xerophilen *Saxifraga granulata* gestickt, während, wie schon früher erwähnt, die vermoorten Wiesen „hinter der Saline“ im Goldschmuck der sagenumwobenen Trollblume (*Trollius europaeus*), in der Baar Schloßrolle genannt, prangen und an sumpfigen Stellen des Moors, so um den Moosweiher, *Pedicularis silvatica* und *Caltha palustris* aus den düsteren Moor- und Seggenrasen hervorstechen. Doch auch die Moosrasen

haben ihren Frühlingsschmuck angelegt. Die weitgedehnten, dem Hochmoore angehörigen dunkelgrünen Tundren der hygrophilen Widertonmoose (*Polytrichum strictum*, *gracile*, weniger häufig *commune*), sowie die blaugrünen kleineren Bestände des ausgesprochen xerophilen, Bulte und andere trockene Plätze des Moorrandes bewohnenden Wacholder-Widertons (*P. juniperinum*) erglänzen im rötlichen Schimmer ihrer männlichen Blütensternchen.

Auch in die Sümpfe ist der Frühling eingezogen. Zwischen den welken Blättern und Halmen des Rohrkolbens (*Typha latifolia*) brechen frische, grüne hervor; ebenso stechen die noch ganz unverzweigten jungen Stengel des Schlammschachtelhalms (*Equisetum limosum*, besonders im kleinen Moosweiher) und die quirlblättrigen Schäfte des Tannenwedels (*Hippuris vulgaris*) aus dem Wasser heraus, letztere freilich nur in einem einzigen Sumpf beim Zollhaus. Wo *Carex rostrata*, dem Flachmoor wie dem Zwischen- und Hochmoor eigen, bestandbildend auftritt, schimmern weite Flächen und Gräben schön blaugrün, indem die jungen Blätter dieser Segge einen besonders im Frühling auffallenden, aber auch später noch bleibenden Wachsüberzug tragen. Die knospenförmigen Ableger (Hibernakeln) von *Utricularia minor* und *vulgaris*, welche am Grunde überwinterten, steigen an die Oberfläche empor, wachsen zu schwimmenden Stengeln aus und entwickeln an ihren zerschlitzten Blättern zahlreiche Blasen zum Tierfang. Aus seichterem Wasser erheben sich in dem zwischen Mooswäldle und Zollhaus gelegenen, die nördliche Moorbucht bildenden, Sumpfe die dreizähligen Blätter und die prachtvollen, in Weiß und zartem Rosenrot erglänzenden bärtigen Blüten des Fieberklees (*Menyanthes trifoliata*). Aus demselben Sumpfe ragen sehr zahlreich die meist purpurroten Ähren von *Orchis latifolia* und die hell purpurnen, selten weißen von *O. incarnata* hervor. Erstere schmückt auch in Menge den großen hinteren Sumpf bei der Quelle in der Nähe des Zollhauses und die sumpfigen Stellen am Ostrande des Moors gegen die Dürrheimer Straße. An den Ufern der Sümpfe aber und auf sumpfigen Rasenplätzen erglänzen im Mai und Juni tausendfach die blaßlilafarbenen Blüten von *Viola palustris*.

Auch die Temperatur des Sommers ist im Moor niedriger als außerhalb desselben. Zu dem oben angeführten Grunde kommen noch länger dauernde Abkühlungen während der Vegetationszeit, die im nassen Moor stärker und nachhaltiger wirken als auf dem trockenen Lande, zu welchem auch die Ränder zu rechnen sind. Hier erwärmt sich im Sommer der Boden oft sehr stark, so daß

die dort wachsenden Pflanzen meist Xerophyten sind und Schutzmittel gegen Austrocknung nötig haben. Auch die Moorlachen, besonders solche mit schwarzem Grunde, erreichen an Sommertagen oft eine sehr hohe Temperatur (30 bis 35° C.), und bei Nacht geben sie die Wärme nicht so leicht ab wie seichte, weniger schlammige Gewässer auf mineralischem Grunde; jedenfalls behalten die tieferen Sümpfe nachts eine bedeutend höhere Temperatur als das Land.

Die Grundfarbe des Sommerkleides unseres Moors geben die Gramineen und Cyperaceen an. Hauptsächlich sind es die Arten von *Eriophorum*, zumal von *vaginatum*, welche jetzt mit ihren greisen Haarschöpfen große Flächen in weißer Farbe erglänzen lassen. Bei bewegter Luft wirbeln die in Wolle gehüllten Samen oft wie Schneeflocken umher. Die an manchen Stellen ziemlich ausgedehnten Bestände von *Eriophorum polystachium* machen sich im Sommer noch dadurch bemerklich, daß die Spitzen der Blätter rostrot gefärbt sind und so der Wollgraswiese einen roten Anstrich geben. Gewisse sumpfige Stellen schimmern in einem gedämpfteren Weiß; es sind große Bestände von *Galium palustre* und *uliginosum*. Den eigentlichen Sumpf und die Gräben zieren die jetzt blühenden grasgrünen Stengel und Blätter von *Typha latifolia*, die graugrünen, bräunliche Blütenspirren tragenden Schäfte von *Scirpus Tabernaemontani* und *silvaticus*, die hohen Halme und Blätter gewisser Seggen (*Carex paniculata*, *teretiuscula*, *acuta*, *rostrata*, *vesicaria* und des stattlichschönen *C. pseudocyperus*), der interessante Sumpfdreizack (*Triglochin palustris*) und die auf beiden Mooren vorherrschende Binsenart, *Juncus acutiflorus*. Da und dort ist letztere mit der schönen, rötlichbraunen, troddelartigen Galle des Binsenblattflohs, *Livia juncorum*, geschmückt.

Bunte Farben sind hier und da in den grünen Moosteppich, der den Sumpf oft trügerisch verdeckt, eingewoben: das leuchtende Gelb der *Lysimachia thyrsiflora*, im Quellsumpf beim Zollhaus auch des stattlichen *Senecio spatulifolius*, das Dunkelrot des Blutauges (*Comarum palustre*), das Hellrot von *Pedicularis palustris*, die Fleischfarbe der noch blühenden *Orchis incarnata* und das Blauviolett der *Scutellaria galericulata*. Den Grund mancher sonst fast vegetationsloser Weiher bedecken die grünen, von zahlreichen Antheridien schwach rötlich scheinenden Rasen der *Chara*-Arten (*Chara fragilis* und *Chara hispida*; *Nitella* fehlt beiden Mooren!). In andern, wie im Mooosweiher und den Sümpfen beim Zollhaus, ist die Oberfläche mit den zarten, schlaffen, hellgrünen Blättern und weißen Blütenähren von

Sparganium minimum oder mit den großen Schwimmblättern und rotbraunen Ähren von *Potamogeton natans* bedeckt. In vielen Torfsümpfen schwimmen die tierfangenden Wasserschläuche *(Utricularia minor* und *vulgaris)*. Letzterer treibt als besonders schönen Schmuck seine dotter-orangegelben Blütentrauben über den Wasserspiegel hervor, so auf Dürrheimer Markung und Dürrheimer Moor. Auf letzterem ist ein großer Sumpf mit *Phragmites communis* bestanden; auf dem Schwenninger Moor finden sich hievon nur noch Spuren beziehungsweise verlandete Bestände, auf dem Ostrande beim ehemaligen mittleren Bohrhaus und am Quellsumpf beim Zollhaus. Die Schilfbestände geben mit ihren dunklen Federbüschen im Spätsommer dem Moor einen eigentümlichen Trauerschmuck, zu welchem die samtschwarzen Rohrkolben der benachbarten Sümpfe ein harmonisches Gegenstück liefern.

Aus sumpfigem Rasen und an Gräben erglänzen die freundlichen weißen Röschen der als Täuschblume bekannten *Parnassia palustris* L. und im Fieberkleesumpf die zarten weißen Augensternchen des niedlichen Sandbräutchens *(Sagina nodosa)*. Zwei stattliche, schwer voneinander zu unterscheidende Umbelliferen finden sich über das ganze Moor zerstreut und erhöhen mit ihren stilvollen Blättern und weißen Blütenschirmen den Sommerschmuck desselben: *Peucedanum palustre* mehr auf dem vorderen, *Selinum carvifolia* mehr auf dem hinteren Moor; eine dritte, *Oenanthe aquatica*, findet sich nur in einem Sumpfe der Villinger Markung, sowie in Gräben der Wetterwiesen, während *Angelica silvestris* da und dort an Gräben und Sümpfen blüht.

Je und je trägt der Sumpf einen ganz eigenartigen Schmuck. Gewisse Moorlachen, Gräben und kleinere Weiher erglänzen zuweilen in spangrüner, blaugrüner, rosenroter oder hellgelber Farbe — „das Wasser blüht". Diese Wasserblüte wird von mikroskopischen Organismen hervorgerufen, welche in millionenfacher Zahl die Oberfläche bedecken. Eine schön spangrüne wird erzeugt durch die zu den Chroococcaceen gehörige Alge *Microcystis flos aquae*, eine blaugrüne durch *Anabaena flos aquae*, eine Nostocacee, eine rosenrote, aber oft mit Blaugrün gemischte durch das Kugelbakterium *Lamprocystis roseo-persicina* und mit ihm in Gesellschaft lebende Blaualgen. Nicht selten täuscht im Mai durch den Wind herbeigeführter Pollen von Kiefer und Fichte eine gelbe Wasserblüte vor.

Auch der Moosteppich hat im Sommer seinen eigentümlichen Schmuck. Die oben genannten Widertonarten haben auf schönen Borsten ihre mit Filzmützen bedeckten Sporenkapseln aufgesetzt und

leuchten in goldgelbem Glanze. Feuchtere Stellen sind bis in den Sumpf hinein mit *Sphagnum*-Arten bestanden, welche nicht selten dunkelbraun glänzende, kurzgestielte Kapseln tragen; verschiedene Formen (z. B. *Sphagnum cymbifolium* var. *purpurascens*, *Sph. acutifolium*, Stammform und var. *purpureum*, und *Sph. rubellum)* heben sich als prächtige rötliche Polster von der grünen Umgebung ab. Wunderschön breiten sich in diesen Torfmoosrasen aus die zierlichen, rubinglänzenden Rosetten der fast über das ganze Moor verbreiteten insektenfressenden *Drosera rotundifolia* und die vielfach verschlungenen zarten Sträuchlein der selteneren Moosbeere *(Vaccinium oxycoccus)*; im Juni und Juli leuchten aus dem schönen Moosteppich die rosenroten Blütensternchen der letzteren mit zurückgeschlagenen Blumenblättern, im Herbst ihre scharlachroten Beeren hervor. Von ganz ausnehmender Schönheit sind um die Zeit der Sonnenwende einige mit dieser zierlichen Pflanze dicht bestandene Moorflächen im Sphagnetum an der mit der Landesgrenze zusammenfallenden Wasserscheide. Sie gleichen sorgfältig gepflegten, bei nassem Wetter unter dem Tritt aber förmlich schwingenden Blumengärtchen, die also wegen ihres trügerisch verdeckten sumpfigen Untergrundes nur mit Vorsicht betreten werden dürfen. In ihrer Nähe befinden sich größere und kleinere Bestände der Moorheidel- oder Rauschbeere *(Vaccinium uliginosum)*, deren rötlichweiße Blütenglöckchen im Mai und Juni schön vom Blaugrün ihrer Blätter abstechen.

Der Rand des Moors trägt im Sommer einen überaus reichen Blütenschmuck. An sandigen Stellen, wie sie am Westrande vorkommen, aber auch im Stich, erglänzen im Sonnenschein die Blütensternchen der *Spergularia rubra*. Vom grünen Rasen einiger gewöhnlicher Wiesengräser heben sich vier auffallende, größere und kleinere Bestände bildende, zu den „Hungergräsern" gehörende Gramineen ab: die meist blaugraue *Festuca ovina* var. *duriuscula*, das eigentümliche graugrüne Borstengras *(Nardus stricta)*, die Moorform des blauen Pfeifengrases (*Molinia caerulea* var. *minor*), das häufigste Gras des Moors, und endlich die den Westrand weithin bedeckende geschlängelte Schmiele *(Aira flexuosa)*. Letztere säumt mit einem weithin sichtbaren rotbraunen Streifen das Mooswäldle. Die rote Färbung ihrer Halme und Rispenäste durch Anthokyan ist wohl als Schutzmittel gegen Sonnenbrand zu deuten, der hier, von der offenen Südseite herkommend, sehr stark ist. Einen ganz besonderen Reiz verleihen dem grünen Rasen die am Westrande beim Mooswäldle, am Ostrande beim Grenzpfahl ungemein

häufige liebliche Jungfernnelke *(Dianthus deltoides)* und, freilich nur an zwei sehr kleinen Stellen beim Mooswäldle, der heilsame, angenehm duftende Bergwohlverleih *(Arnica montana)*. Weite Strecken erglänzen in Gelb; sie sind mit *Galium verum*, *Hypericum quadrangulum* und *perforatum*, dazwischen mit Habichtskräutern (besonders *Hieracium auricula*, *pratense*, *umbellatum* und *silvestre*) und an feuchten Plätzen mit *Leontodon hastilis* bestanden. Andere leuchten in schönem Rosenrot, verursacht durch die reichen Blütentrauben des stattlichen *Epilobium angustifolium* und den die Bulte am Moorrande besetzenden Thymian. Eine stilvolle Einfassung erhält das Ried an kalkreichen Stellen (bei der Wasenhütte und dem Zollhaus) durch die fast mannshohen, *Akanthus*-artige Blätter und große spinnewebige Blütenköpfe tragenden Stengel von *Cirsium eriophorum*, in der Baar Wolfsdistel genannt.

Als Sommerschmuck des Moors dürfen indes nicht nur Kräuter und Stauden hervorgehoben werden; auch die über das eigentliche Moor wie über den Rand desselben in nicht geringer Anzahl zerstreuten Sträucher, seltener Bäume, gehören demselben an. Die Weiden wurden schon beim Frühlingskleid erwähnt; einige derselben erglänzen im Sommer in auffallendem Blätterschmuck, so besonders die zierliche *Salix repens* mit ihren in der Jugend silberweiß-seidenhaarigen Blättern und die hohe glänzende Lorbeerweide *(Salix pentandra)*. Von ihnen heben sich ab die blaugrüne Kiefer *(Pinus silvestris)*, die hellgrüne Fichte *(Picea excelsa)*, die zierliche Birke (meist *Betula pubescens*, aber auch *B. verrucosa*), der Faulbaum *(Rhamnus frangula)* mit seinen anfangs roten, später glänzendschwarzen Beeren, die Moosbeere *(Vaccinium oxycoccus)*, deren Beeren sich jetzt schön rot färben, die Rauschbeere *(V. uliginosum)*, nun mit bläulich bereiften Früchten behangen, und, allerdings nur an einer Stelle beim ehemaligen hinteren Bohrhaus, die Preiselbeere *(V. vitis idaea)* mit ihren myrtenartigen Blättern und korallenroten Fruchttrauben.

Im Spätsommer und Herbst erscheint unser Moor wieder in mehr einfarbigem Gewande. Nur wenige Blumen stechen noch aus dem welkenden Rasen hervor, darunter massenhaft die weißvioletten Blüten von *Euphrasia Rostkoviana* Hayne, an wenigen Stellen die mittelgroßen, schön hellblauen der seltenen *Euphrasia stricta* Host und am trockenen Rande die kleinen violetten der meist dunkelblätterigen *E. nemorosa* Persoon; endlich in großer Menge die dunkelblauen Blütenköpfe des Teufelsabbisses *(Succisa pratensis)*.

Was jedoch der Herbstflora an Artenzahl abgeht, wird ihr an Individuenzahl reichlich ersetzt. Dies geschieht besonders durch die große Flächen bedeckende, nun im herrlichsten Blütenschmuck prangende gemeine Heide *(Calluna vulgaris)*. Fast über das ganze Moor verbreitet sich der Honigduft ihrer rosenroten Blüten, Tausende von Apiden, Syrphiden, Musciden und kleinen Schmetterlingen anlockend. Je und je tritt uns auch ein weißblühendes Heidesträuchlein entgegen, dem man früher wie dem heilsamen Johanniskraut große Wunderkräfte zuschrieb.

„Hartheu und weiße Heid
Tuon dem Teufel viel Leid."

IV. Verteilung der Pflanzenarten auf dem Schwenninger Zwischenmoor.

1. Das Sphagnetum.

Auf unseren Wanderungen haben wir die Pflanzendecke des Moors in den verschiedenen Jahreszeiten kennen gelernt, jedoch ohne Rücksicht auf das Zusammenleben der Gewächse in natürlichen Verbänden. Diese finden sich freilich jetzt, nachdem das Moor zu einem großen Teil abgebaut ist, nicht mehr so wohlgeordnet und festgeschlossen beisammen wie ehemals, als der Mensch noch nicht ihr schönes, freilich dem Kampf ums Dasein unterworfenes Zusammenleben durch schwere Eingriffe mit dem Spaten störte. Trotz des ziemlich weit vorgeschrittenen Abbaus ist es aber noch möglich, ein übersichtliches Bild vom Ganzen zu gewinnen. Zu dem Ende schlagen wir am besten den entgegengesetzten Weg ein als im früheren Abschnitt über die Entstehung des Moors. Dort gelangten wir zuletzt auf dem Kulminationspunkt desselben, auf dem die Wasserscheide bedeckenden Sphagnetum, an. Von dieser Erhebung aus wollen wir nun das Moor überschauen und seinen Pflanzenteppich und die denselben schmückenden Bilder einzeln und in Gruppen näher besichtigen.

Das einst bis an die Moorränder ausgedehnte, besonders aber den breiten, jetzt fast ganz abgetragenen Rücken des Moors bedeckende Sphagnetum zeigt sich noch in schöner, fortschreitender Entwicklung an der württembergisch-badischen Landesgrenze und gehört den Markungen Schwenningen, Dürrheim und Villingen an. Am besten erhalten ist es auf den beiden letzteren, wo weniger Torf gewonnen wird; besonders auf dem Dürrheimer Anteil überzieht es in schwellenden, zusammenhängenden Rasen ziemlich aus-

gedehnte Flächen, die jedoch von seichten natürlichen, sowie von künstlichen, tieferen Moorteichen unterbrochen sind. Jene, von rundlicher oder in die Länge gezogener Form, füllen natürliche Mulden aus; diese zeigen durch ihre geradlinigen, teilweise noch steilen Ufer, daß sie aus Stichen hervorgegangen sind. Mehrere flache Teiche sind von größeren und kleineren Schwingrasen umgeben, welche nur bei größerer Trockenheit betreten werden können. Im Süden reicht das Sphagnetum ziemlich nahe an den Gipskeuperhügel, welcher das Schwenninger Moor vom Dürrheimer Unterwuhrmoor trennt; im Südwesten zieht es sich gegen den Schieferlettenabhang des *Trigonodus*-Hügels und den von drei Moorbuchten durchwaschenen Keuperhügel an der Verwerfung beim Zollhaus hin, den beiden letzteren jedoch ferner bleibend als dem Gipskeuper im Süden — wahrscheinlich aus dem Grunde, weil hier aus der Lettenkohle eine kalk- und eisenhaltige Quelle entspringt, welche ihr an Nährstoffen reiches Wasser in die mittlere Moorbucht ergießt und das an karge Kost und weiches Wasser gewöhnte Torfmoos nicht aufkommen läßt. Im Westen, Norden und Nordosten ist das Sphagnetum, wie schon gesagt, größtenteils verschwunden, entweder abgestochen oder, wie am West- und Ostrande infolge der Entwässerung in ein trockenes Callunetum, das Moosmoor also in ein Heidemoor verwandelt. Doch sind seine Spuren im Norden bis an die beiden Moosweiher und auch an der östlichen und westlichen Grenze noch zu entdecken; ja es hat sich sogar in älteren Stichen und auch an feuchteren Stellen über dem Stich wieder neu angesiedelt, zum Beweis, daß beim Aufhören der Entwässerung sich das Moosmoor wieder erneuern und schließlich sogar das Heidemoor verdrängen würde.

Von *Sphagnum*-Arten habe ich auf dem Schwenninger Moor folgende festgestellt. Entschieden dem Flachmoor gehört nur *Sphagnum subsecundum* an; ich fand es am nördlichen Ufer des Moosweihers. Den Übergang zum Hochmoor, die Vorposten seiner Flora an den Grenzen gegen das Flachmoor darstellend, machen *Sph. compactum* Bridel (= *Sph. rigidum* Schimper), *Sph. medium* mit der Form *purpurascens*. Echte Hochmoortypen sind, nach dem Grad zunehmender Feuchtigkeit geordnet: *Sph. molle* an trockenen Stellen, *Sph. acutifolium* an ziemlich trockenen, aber auch feuchteren Plätzen. *Sph. subnitens*, *cymbifolium*, *turfaceum*, *papillosum* und *rubellum* an mehr feuchten Orten (doch kann *cymbifolium* auch bedeutende Trockenheit ertragen, wie man auf dem Molinietum neben dem

Moosweiher sieht; *Sph. papillosum* und *Sph. rubellum* var. *versicolor* kommen auch in nassen Schlenken vor; hier trifft man zuweilen auch die schon genannte, sehr anpassungsfähige Form *Sph. medium purpurascens*, die sonst sogar auf Bulten stehen kann); dagegen sind *Sph. riparium*, *Sph. recurvum* mit der Form *mucronatum* und endlich *Sph. cuspidatum* mit den untergetauchten, teilweise sogar schwimmenden Formen *plumosum*, *mollissimum* und *submersum* echte Sumpfbewohner und kommen besonders gern in Kolken vor. Zwischen die Sphagneen mischt sich häufig *Aulacomnium palustre*, in Sümpfen an der Landesgrenze *Bryum Duvali*, an manchen Stellen auch *Camptothecium nitens*. An der Dürrheimer Grenze steht im Sphagnetum auch *Polytrichum commune* var. *uliginosum*.

Auf Schwenninger, teilweise auch auf Villinger Markung begegnen uns kleinere und größere Moortümpel mit mehr oder weniger tiefem Wasserstand. Gewöhnlich sind sie mit *Sphagnum cuspidatum*, je und je auch mit *Hypnum fluitans submersum* und *H. exannulatum* bestanden. Das erstgenannte Torfmoos breitet sich als *forma plumosum*, *mollissimum*, *submersum* mit zarten, locker abstehende Äste und Zweige tragenden Stengeln in untergetauchten Rasen aus und gibt manchen Fadenalgen, z. B. *Microspora floccosa*, *Stigeoclonium tenue* und *longipilum*, *Microthamnion*, auch gewissen seßhaften Rädertieren (*Floscullariden*) und Infusorien (*Stentoren*) bequeme Plätze zur Ansiedlung. Diese Tümpel sind auch Fundorte für eigentliche Moorformen unter den Desmidiaceen (so fand ich fast nur in ihnen den auch auf den Schonacher Hochmooren häufigen *Micrasterias truncata*) und Heliozoen (sehr häufig *Acanthocystis turfacea*, seltener *erinaceus*). Wenn sich, was bei zunehmender Verflachung der Tümpel nicht selten geschieht, an der Oberfläche Anabaenen, Desmidiaceen, Zygnemaceen, weniger häufig Ulothrichaceen und Oedogoniaceen ansiedeln, so bereiten sie oft in kurzem den Torfmoosen den Untergang, indem sie zur Zeit der Trockenheit einen dünnen, bläulichgrünen Teppich (sogenanntes Meteorpapier) über dieselben ziehen und ihnen den Lichtgenuß rauben. Häufig schlängeln sich in solchen Moortümpeln die zarten, aber nicht blühenden Stengel von *Utricularia minor* durch das Moosgeflecht; bei beginnender Verlandung derselben stellt sich *Comarum palustre* ein, und zuletzt verschwinden die submersen Formen von *Sphagnum cuspidatum* und machen der Stammform oder den Arten *cymbifolium*, *papillosum*, *acutifolium* Platz.

Die größeren Teiche des Sphagnetums mit tieferem Wasser und der zur Entwässerung dienende Graben tragen eine meist lim-

netische, teilweise aber auch eine Tauchvegetation. Einige sind mit einem unterseeischen Fußteppich von *Chara fragilis* belegt; andere, tiefere mit schon stark mineralischem Boden tragen kräftige, flutende Rasen von *Ch. hispida*. Erstere zeigt hier noch schöne Protoplasmaströmungen, zum Beweis, daß sie nicht oder nur schwach mit Kalk inkrustiert ist. Bei der robusten *Ch. hispida* sind dieselben aus zwei Gründen nicht oder nur sehr schwach sichtbar, einmal wegen der ihre Oberfläche bedeckenden borstigen Haare, sodann wegen des hier zwar noch nicht starken, aber doch schon deutlich wahrnehmbaren Kalküberzugs. Dieser entsteht, indem die Pflanze dem im Wasser in gelöster Form enthaltenen doppeltkohlensauren Kalk einen Teil der Kohlensäure entzieht, so daß derselbe sich nun als einfach kohlensaurer Kalk, der im Wasser nicht mehr löslich ist, auf ihr niederschlägt.

In diesen tieferen Wasseransammlungen mit mehr oder weniger mineralischem Untergrund schwimmen in Menge die langen, verzweigten Stengel von *Utricularia vulgaris*; an ihren stellenweise verlandeten Rändern schlingt sich auch der kleine Wasserschlauch *(U. minor)* durchs Sphagnum. Doch fand ich in diesen Teichen beide Arten nur in vegetativem Zustand; erst in den nährstoffreicheren Gewässern am Südrande, der nicht mehr dem Hoch- sondern dem Flachmoore angehört, kommt *U. vulgaris* blühend vor. Aus dem tiefen, schon stark mineralischen Grunde am Rand der Dürrheimer Zwischenmoorteiche neben der Wasserscheide wächst der schöne *Carex pseudocyperus* in stattlichen Rasen über das Wasser empor. Er kommt nur an dieser Stelle des Schwenninger Moors vor (reichlich jedoch im Dürrheimer Moor); in Gemeinschaft mit *C. rostrata, Scirpus silvaticus* und *Typha latifolia* schmückt er auch den ziemlich tiefen Abzugsgraben auf der Dürrheimer Grenze. — Nahe dem Keuperrande ist ein Sumpf mit *Epipactis palustris* besetzt, und in der Nähe findet sich ein großer Bestand von *Scirpus silvaticus*. Beide legen, wie auch die hellere Farbe des Wassers, Zeugnis davon ab, daß hier der Sumpf viel reicher an Kalk und anderen Pflanzennährstoffen ist als an der Landesgrenze.

Im schönsten Teil des Sphagnetums erreicht *Drosera rotundifolia* die üppigste Entwicklung. Hier findet sich auch noch, wie bei der Schilderung der Moorflora in den verschiedenen Jahreszeiten angegeben, *Vaccinium oxycoccus* in großen Beständen und bietet zur Blütezeit wie zur Zeit der Fruchtreife einen prächtigen Anblick. Besonders schön nimmt sich die Pflanze aus, wenn ihre zarten Stengel

sich über kleine Moosbulte hinschlängeln, die hier jedoch sehr selten auftreten; so in einem überwachsenen alten Torfstich der Villinger Markung und an anderen Stellen, da und dort auch auf Schwenninger Markung. An trockeneren Plätzen, besonders häufig in der Nähe des die Landesgrenze bildenden Abzugsgrabens, stellt sich häufig auch *V. uliginosum* ein. Weidenbüsche von *Salix aurita, cinerea,* seltener *livida* und Faulbaumsträucher *(Rhamnus frangula)* haben andere Stellen besetzt. In ihrem Schatten wächst neben *Polytrichum commune* der dornige Schildfarn *(Aspidium spinulosum);* an der Villinger Grenze bekleidet er einen alten Abstich, über welchen der Fußweg nach Dürrheim hinläuft. An mehreren Stellen in der Mitte wird das Sphagnetum durch größere und kleinere Bestände der Renntierflechte *(Cladonia rangiferina)* unterbrochen.

2. Das Vaginetum.

Südwestwärts geht das Sphagnetum auf dem Villinger Anteil in ein ziemlich ausgedehntes Vaginetum über, das stellenweise von einem feuchteren Callunetum unterbrochen und abgelöst wird. Beide Vereine enthalten noch viel *Drosera rotundifolia,* welche hier nicht immer an *Sphagnum* gebunden ist, sondern häufig den kahlen Torfboden schmückt, wie sie auch auf den Inseln der Nordsee in fast reinem Sande steht. Nordwärts schließen sich im alten Stich ausgedehnte schöne Bestände von *Polytrichum gracile,* auch von *P. commune* und *strictum* an, wie wir sie ähnlich auch auf dem Wolfbauernmoor bei Schonach treffen. Ihre Rasen sind da und dort mit *Aulacomnium palustre* und *Camptothecium nitens* untermischt. Zur Blütezeit im April fällt das zierliche Widertonmoos durch die rötlichen Becher der männlichen Blüten, vom Mai bis in den Herbst hinein durch seine zierlichen Fruchtkapseln mit schwach abgesetzter Apophyse und hochgewölbtem Rücken auf.

3. Die Stiche.

Untersucht man den mit grünem Anflug überzogenen Boden der frischen Stiche, welche die Mitte des Moors auf Schwenninger Markung einnehmen, so ist es neben Algen (*Hormidium flaccidum,* Protococcaceen und Oscillatorien, Euglenen und Arten von *Chlamydomonas*) namentlich das Protonema des zierlichen Widertonmooses, welches die grüne Farbe erzeugt. Schon nach Verfluß weniger Jahre siedeln sich in demselben als Vernarbungsbestände allerlei ein- und zweijährige, ja auch perennierende Gewächse an, vor allem

mehrere Arten von *Juncus* (zuerst *J. bufonius*, später auch *Leersi*, besonders an Gräben, und *acutiflorus*), *Sagina procumbens*, *Scirpus setaceus* selten, *Spergularia rubra*, *Malachium aquaticum* nur an wenigen Stellen, *Nasturtium palustre*, *Ranunculus sceleratus* an Gräben, ebendort *Lycopus europaeus*, *Bidens tripartitus*, seltener *cernuus*, *Veronica scutellata*, *Lythrum salicaria* und *Peucedanum palustre*.

In alten Stichflächen finden sich ferner ein: *Senecio silvaticus*, *Rumex acetosella*, sogar *acetosa*, verschiedene Arten von *Polygonum* (*P. persicaria*, *hydropiper* an Gräben, *tomentosum* Schrank = *lapatifolium* Aut., zumal var. *incanum* Schmidt), *Epilobium palustre*. an trockenen und nahrungsreicheren Stellen auch *angustifolium*. ferner *Calluna vulgaris*; schließlich *Triglochin palustris*, mehrere Wollgräser (am frühesten *Eriophorum vaginatum*, später *latifolium* und *polystachium* L. = *angustifolium* Roth), Seggen (zuerst *Carex canescens*, besonders var. *curti*, zuletzt an Gräben und sonstigen feuchten Plätzen *C. rostrata* Withering = *C. ampullacea* Goodenough. *C. Goodenoughi* Gay = *C. vulgaris* Fries und *C. teretiuscula*), endlich einige echte Gräser, unter ihnen hauptsächlich *Molinia caerulea* var. *minor* und an feuchten Stellen *Agrostis canina*, auf trockeneren Randpartien aber auch *A. vulgaris*, *Holcus lanatus*, *Anthoxanthum odoratum* (dieses erträgt jedoch auch ziemlich viel Feuchtigkeit), *Poa pratensis* und *Lolium perenne*, ja sogar *Tanacetum vulgare*. *Potentilla silvestris*, *Hieracium pratense*, *Achillea millefolium*, *Rubus idaeus*, *Salix aurita*, *Populus tremula*, *Betula pubescens* und *Picea excelsa*.

Wo der Stich sehr feucht bleibt, kommt auf große Strecken hin, wie oben gezeigt, nur *Polytrichum gracile* zur Herrschaft und bildet dann prächtige Moosbestände, welche durch ihre Gleichförmigkeit von dem in älteren Stichen, in denen sich nun auch *P. commune* an feuchteren, *P. strictum* an trockeneren Plätzen ansiedelt, schon mehr bunten Pflanzenteppich abstechen. Nach Jahren stellen sich dann auch mehr sumpfliebende Moose ein, zuerst an Gräben, nach und nach sich weiter ausdehnend, unter ihnen im Hochmoor auch wieder *Sphagnum*, das vor dem Abstich die Oberfläche bedeckte und die oberste Torfschichte bildete, und in seinem feuchten Schoße gedeiht dann stellenweise zahlreich das Sumpfveilchen *(Viola palustris)*.

Eine größere Fläche des Stichs in der Nähe des Grenzpfahls und des ehemaligen hinteren Bohrhauses ist zeitweise mit Wasser

bedeckt und trägt schöne Bestände von *Eriophorum polystachium*, an mehr trockenen, fast kahl erscheinenden Stellen jedoch einen solchen von *Weisia viridula*, meist mit weißer Inkrustation, die auch den nackten Torfboden überzieht. Diese auffallende Erscheinung erklären die Torfstecher daraus, daß hier, solange die Schwenninger Saline bestand, die Soleleitung vom hinteren Bohrhaus hindurchging und einmal einen Defekt bekam, so daß Salzwasser austrat und auf eine größere Strecke den Torfboden überschwemmte und durchtränkte. Allein der weiße Überzug stellte sich bei der durch die Herren Hofapotheker Baur in Donaueschingen und Apotheker Gaupp in Schwenningen ausgeführten chemischen, sowie bei meiner mikroskopischen Untersuchung als Kalkinkrustation heraus, wie solche an den Moorrändern, zumal am östlichen, auch an getrockneten Torfstücken zu sehen ist. Im Chlornatrium könnte wohl auch unmöglich eine Moospflanze jahrelang gedeihen. Schimper führt in seiner Pflanzengeographie neben Amentaceen, Urticinen, Rosaceen, den meisten Polycarpicae, ferner Ericaceen, Orchidaceen und anderen Familien und Reihen besonders auch die Pteridophyten und Bryophyten als entschieden salzscheue Gewächse auf. Eine Ausnahme unter den Farnpflanzen macht jedoch *Acrostichum aureum*, verbreitet in den Mangrovesümpfen und Mineralthermen tropischer Länder.

Übrigens ist eine Überrieselung des Schwenninger und Dürrheimer Moors durch kochsalzhaltiges Wasser nicht ganz von der Hand zu weisen, da am Ostrande des Schwenninger Moors die Bohrhäuser standen, welche Sole zutage förderten. Ebenso befinden sich die Bohrhäuser der Dürrheimer Saline nicht weit vom gleichnamigen Moor.

Daß der Boden des Schwenninger und Dürrheimer Flachmoors tatsächlich einen höheren Chlorgehalt hat im Vergleich mit anderen Mooren, das beweist das **massenhafte Vorkommen von** *Scirpus Tabernaemontani* und das **Fehlen von** *Sc. lacustris* auf genannten beiden **Mooren**. In den hinten angeführten Lehrbüchern der ökologischen Pflanzengeographie wie in der von mir benützten speziellen Moorliteratur fand ich fast durchweg als die dem Flachmoor eigentümliche Binse oder Simse *Sc. lacustris* angegeben. Früh-Schröter führen von den Schweizer Mooren außer dem hier nicht in Betracht kommenden *Sc. silvaticus* ebenfalls *Sc. lacustris* als vorwiegenden Bestandteil der Scirpeten des Flachmoors an, daneben als vereinzeltes, nicht bestandbildendes Vorkommen im Arundinetum *Scirpus mariti-*

mus. Die Seebinse *(Sc. lacustris)* ist der Baar und ihren Nachbargebieten durchaus nicht fremd; in großen Beständen umsäumt sie mit ihren bis 3 m hohen grasgrünen Halmen und dreinarbigen Blüten die flachen Ufer der Donau unterhalb Donaueschingen. Auch andere nährstoffreiche stehende und langsamfließende Gewässer in der näheren oder ferneren Umgebung unserer Moore ziert sie; allein auf diesen selbst, auch in ihren randlichen Ausstrahlungen konnte ich keine Spur von *Sc. lacustris* entdecken. Dagegen weisen der Schwenninger Moosweiher, die Weiher beim und hinter dem Zollhaus, die des Dürrheimer Mooranteils, vor allem aber die Gewässer des Dürrheimer Ankenbuckmoors prachtvolle Bestände des meergrünen, zweinarbigen *Sc. Tabernaemontani* auf.

Wie ist diese auffallende Erscheinung zu erklären? C. A. Weber bemerkt in seiner trefflichen Beschreibung des Augstumalmoors im Memeldelta zu letztgenannter Simse: „deutet auf größeren Chlorgehalt des Bodens." Woher dieser im Memeldelta kommt, ist bei der Nähe des Meeres leicht zu erraten.

Lehrreich ist mir in dieser Beziehung eine Beobachtung, die ich in Ostfriesland und Holland in der Nähe des Meeresstrandes machen konnte. Zwischen Emden und Leer, bis wohin und noch weiter hinauf die Meeresflut eindringt, fand ich am Emsstrand und den in die Ems führenden Gräben vor dem Deich überall in den Beständen von *Phragmites communis* und *Scirpus maritimus* neben *Aster tripoleum*, *Triglochin maritima*, *Juncus Gerardi*, *Plantago maritima*, *Salicornia herbacea*, *Zannichellia palustris* u. a., auch *Scirpus Tabernaemontani*, ebenso in den hinter dem Deich gelegenen Gräben, in welche noch irgendwie Meerwasser, wenn auch nur in gewissen, besonders in trockenen Jahren und in geringem Maße, eindringen kann. Ebenso beobachtete ich die Simse Tabernämontans hinterm Deich von Delfzyl in Holland, wo sie mit *Zannichellia palustris*, *Triglochin palustris* und *maritima*, *Juncus Gerardi*, wildwachsender Sellerie *(Apium graveolens)*, *Spergularia marginata* u. a. Brackwasser- und Strandpflanzen im Scirpetum und Phragmitetum eingesprengt war. Weiter hinein im Binnenlande, besonders auch in den ostfriesischen Mooren von Leer und Aurich begegnete ich keiner Spur mehr von *Sc. Tabernaemontani*, wohl aber da und dort Beständen von *Sc. lacustris*.

Die frischen Stiche enthalten infolge der Entwässerung keine größeren Wasseransammlungen; kleinere treffen wir in den Stichgräben, in welche auch da und dort von den höheren, noch nicht

neu abgestochenen Teilen das Wasser abrieselt. Solche Rinnsale, sowie die Stichgräben selbst, sind stets mit gelblichgrünen Spirogyren besiedelt, die hier, wie die Algen und Moose an den Wasserfällen, flutende und schwimmende Watten bilden. Die Spirogyren des Stichgrabens sind fast immer gemischt mit *Ulothrix subtilis*, *Microspora stagnorum* und *amoena*, häufig auch mit der gleichfalls zu den Ulothrichaceae gehörigen, sonst seltenen, nach C. A. Weber aber auch in den norddeutschen Mooren vorkommenden *Binuclearia tatrana* Wittrock, ferner mit *Mougeotia parvula*, *laetevirens* und *viridis*. Flache, verbreiterte Stellen der Abzugsgräben zwischen den Abteilungen in den Stichen, sowie andere vertiefte Stellen zeigen durch ihre weißliche Farbe und ihren Modergeruch an, daß ihr sapropelitischer Grund mit Zersetzungsprodukten und von denselben lebenden *Beggiatoa*-Arten und anderen Bakterien überzogen ist.

4. Weiher, Sümpfe und Gräben.

Größere Gewässer und Sümpfe finden wir erst an den Rändern des Moors; sie gehören meist dem Flachmoore an und finden sich vorzugsweise an der Südwestseite gegen das Zollhaus, sowie an der Südseite gegen Dürrheim, dort ferner, hier näher dem Sphagnetum an der Landesgrenze; an beiden Orten jedoch an der Grenze gegen den Gipskeuper (mit Ausnahme der mittleren, in der Lettenkohle endigenden Moorbucht beim Zollhaus). Die Ostseite ist nicht geeignet für Wasseransammlungen (nur im Stich befinden sich einige kleinere), da ihr Rand gegen die bewaldeten Gipskeuperhügel des Ober- und Vesenwaldes ansteigt und daher meist trocken ist. Sämtliche Gewässer des Süd- und Südwestrandes bekunden durch ihre Lage und Beschaffenheit, wie durch ihr ziemlich klares Wasser und ihre Vegetation zur Genüge, daß sie zum Flachmoore zu rechnen und, soweit sie nicht alte Stiche ausfüllen, was an den geradlinigen Ufern zu erkennen ist, nichts anderes als Reste des einstigen großen Sees sind, aus dem das Moor hervorging. Wahrscheinlich hängen diese Wasserbecken und Sümpfe teilweise auch mit der Bildung des Hochmoors zusammen und zwar in der oben angedeuteten Weise, daß ihre Becken vor Erhöhung des Moors durch die emporwachsenden Torfschichten ihren Abfluß nordwärts zum Neckar hatten, jetzt aber nach Verlegung der Wasserscheide nur gegen die ziemlich hoch gelegenen Weiherwiesen überlaufen konnten.

Besondere Beachtung verdient der am Nordrande gegen Schwenningen hin gelegene, aus einem größeren östlichen und einem klei-

neren westlichen Teil bestehende, früher jedoch ungeteilte Moosweiher. Er füllt einen alten Stich aus, der vor bald 50 Jahren gestochen wurde, und trägt den Charakter eines Zwischenmoor-, nicht den eines Flachmoorsees an sich. Dies spricht sich in der stark gebräunten Farbe seines weichen, kalkarmen Wassers, das zum kleineren Teil aus dem benachbarten Hochmoor, zum größeren vom Kugel- und Salinenmoos herstammt, sowie in seiner Flora und Fauna aus. Sein Grund ist mit Ausnahme der Uferstellen im Westen nur schwach mit mineralischen Teilen vermischt, besteht vielmehr, wie sich an offenen Stellen deutlich zu erkennen gibt, aus ziemlich tiefem Torfschlamm, welcher Mudde- oder Schlammtorf, bezw. Schlemmtorf liefert, aber stark mit Sapropel durchsetzt ist[1]. Ein Beweis dafür, daß der Grund den höheren Sumpfpflanzen nicht genug mineralische Nährstoffe, insbesondere wenig Phosphorsäure liefert, ist, wie schon weiter oben gesagt, der, daß dieselben (zumal die Rohrkolben) bei weitem nicht so reichlich blühen und fruchten, wie in den an Nährsalzen reicheren Teichen beim Zollhaus, vor allem aber in den auf den Dürrheimer Mooren gelegenen. *Utricularia minor*, am westlichen Rande sehr häufig, blüht hier ebensowenig als im Sphagnetum auf der Landesgrenze. Das aus *Typha*, *Scirpus Tabernaemontani*, *Carex rostrata*, *Equisetum limosum* bestehende Arundinetum, sowie die Schwimm- und Tauchvegetation von *Lemna minor* und *Potamogeton natans* und die submersen Teppiche von *Chara fragilis* entsprechen freilich mehr dem Charakter des Flachmoors; allein die eben angeführte, auf die Fruchtbildung sich beziehende Tatsache, wie auch die schon angeführte, die Kalkarmut verratende braune Farbe des Wassers und das Auftreten mehrerer Pflanzen in demselben, welche gewöhnlich in nährstoffärmerem Wasser vorkommen, wie besonders von *Sparganium minimum* und verschiedenen Desmidiaceen (*Micrasterias crux melitensis*, *rotata* u. a.) eignen ihm den Charakter eines Zwischenmoorsees zu.

Die Verlandung der Ufer des Moosweihers und die Erhöhung des Grundes sind derzeit schon weit fortgeschritten und werden leider in nicht zu ferner Zeit dieses interessante Gewässer fast ganz

[1] Über die genetischen Beziehungen eines normalen, vollständigen Moorprofiles verdanken wir in neuester Zeit hauptsächlich den Untersuchungen Potonié's die wichtigsten Aufschlüsse. Vgl. insbesondere dessen Schrift: Klassifikation und Terminologie der rezenten brennbaren Biolithe und ihrer Lagerstätten. Abhandl. d. kgl. preuß. geol. Landesanstalt. Neue Folge. Heft 49.

verschwinden lassen. Das im Osten gelegene, vom Stich herrührende Steilufer hat sich am größeren Weiher noch ziemlich gut erhalten; beim kleineren ist es nur noch durch einen ansteigenden, aber vom Wasser gewöhnlich nicht mehr bespülten Rand markiert, an welchem sich ein größtenteils von *Sphagnum cuspidatum* und *recurvum*, seltener *molluscum*, sowie von *Hypnum fluitans* und *scorpioides* gebildeter Schwingrasen ansetzt. Der Grund dieser Verschiedenheit in der Uferbildung liegt wohl darin, daß der kleine Weiher schon stark mit *Equisetum limosum*, *Typha latifolia*, *Potamogeton natans* u. a. schwimmenden und aufgetauchten Pflanzen bestanden ist und so keine stärkere Wellenbewegung auf dem Wasser mehr zuläßt, während der große noch eine weite offene Wasserfläche hat.

Die zudeckende und auffüllende Tätigkeit der Moorpflanzen zeigt sich noch an mehreren anderen Ufern, beim kleineren Weiher am südlichen und nördlichen, beim größeren an allen mit Ausnahme des Steilufers im Osten. Die nordwestlichen und nordöstlichen Uferstellen des letzteren haben große Schwingrasen. Dieselben werden gebildet von *Hypnum fluitans*, *exannulatum* und *scorpioides*, *Climacium dendroides*, *Philonotis caespitosa* (die beiden letzteren am Rande), sowie von *Sphagnum cuspidatum*, *recurvum* und *molluscum* und tragen verschiedene Blütenpflanzen, besonders *Drosera rotundifolia*, *Utricularia minor*, *Comarum palustre*, *Triglochin palustris*, *Parnassia palustris*, *Epilobium palustris*, *Galium palustre*, *Scutellaria galericulata*.

An diese Schwingrasen setzt sich am nördlichen Ufer nach innen jederseits ein weiterer Verlandungssaum an, welcher in zwei Zonen gegliedert ist, die besonders auf der Nordwestseite schön ausgeprägt sind. Dieselben werden von innen nach außen gebildet: 1. von *Typha latifolia*, *Sparganium minimum*, *Scirpus Tabernaemontani* (findet sich besonders am Nordostrand) und *Carex rostrata*, die beiden ersteren noch in tieferem, die beiden letzteren mehr in seichterem Wasser stehend; 2. von *C. teretiuscula*, *Comarum palustre* und *Heleocharis acicularis*, welche überall den äußersten, der Höhe nach zugleich schwächsten Gürtel hervorbringt. Es ist also vom Wasser zum Ufer hin ein stufenmäßiges Abnehmen des Pflanzenwuchses wahrzunehmen. *Heleocharis acicularis*, wie *Carex teretiuscula* zu den selteneren Pflanzen unserer württembergischen Flora gehörend, umsäumt auch den Abzugsgraben des Moosweihers, während *Hypnum fluitans*, *Sphagnum cuspidatum*, in geringerem Maße auch *molluscum* das Innere desselben erfüllen und verlanden. Dieselben Moose schieben

sich auch von den Schwingrasen aus zwischen *Comarum palustre* und *Heleocharis acicularis* hinein und bilden schöne Heimstätten für *Drosera rotundifolia*. Zwischen vorherrschendem *Carex teretiuscula* stechen da und dort einzelne größere Rasen von *C. canescens* und einzelne Stöcke von *C. Goodenoughi*, gegen den Rand hin die zur Blütezeit leuchtend gelbe *Lysimachia thyrsiflora*, die seltene, mit Anthokyan angehauchte *Mentha grata* Host und die häufigere, aber weniger auffallende *M. aquatica* var. *verticillata* Spenner, sowie *Lycopus europaeus* und kleinere Bestände von *Triglochin palustris* hervor. An der Nordostseite schließen sich an das Scirpetum kleinere Bestände von *Agrostis canina* und *Eriophorum polystachium* an, und der darauf folgende, von *Sphagnum cuspidatum* und *molluscum* gebildete Schwingrasen trägt prächtige Gruppen von *Drosera rotundifolia* und *Viola palustris*.

Am schönsten nimmt sich die Flora der beiden, durch eine Verlandungsbrücke getrennten Moosweiher im Sommer aus, wo ihr Farbenschmuck durch die vielen hier verkehrenden Libellen, zumal die zierlichen Schlankjungfern, *Agrion*- und *Lestes*-Arten, erhöht wird. Das düstere Braun des Moorwassers tritt zwar im großen Weiher auf einer ziemlich ausgedehnten Fläche hervor, welche geeignete Tanzplätze für Scharen von Taumelkäfern (*Gyrinus natator*) abgibt, wird aber stellenweise verdeckt durch die freudiggrünen, mit zierlichen Blütenköpfchen besäten Wiesen von *Sparganium minimum* und durch die Schwimmblätter und rotbraunen Blütenähren von *Potamogeton natans*. Am Südufer breiten sich unterseeische dunkle Rasen von *Chara fragilis* auf dem braunen Schlammgrund aus. Im kleinen Moosweiher hat im Wettbewerb mit *Potamogeton natans* ein hochstrebender Schachtelhalm, *Equisetum limosum* fast das ganze Gebiet erobert und trägt zuweilen noch im Sommer schwärzliche Fruchtähren. Zwischen den bisher genannten gras- und dunkelgrünen Pflanzengenossenschaften bildet am Rande *Scirpus Tabernaemontani* meterhohe blaugrüne Bestände, deren schlanke Halme eben jetzt ihre braunen Blütenspirren aufgesetzt haben. Aus diesem Gemisch von Grasgrün, Blaugrün und Braun leuchten im Juni und Juli die goldgelben Blütensträuße der an den Ufern beider Weiher häufigen *Lysimachia thyrsiflora* hervor.

Der Nordrand beider Weiher wird an seichten Stellen hauptsächlich von Sumpfmoosen (*Hypnum fluitans* und *scorpioides*, *Climacium dendroides*, *Philonotis caespitosa*, *Aulacomnium palustre*, weiter einwärts, meist im Schwingrasen, von *Sphagnum subsecundum*,

inundatum, *contortum*, *cuspidatum* und *recurvum*), *Marchantia polymorpha* und Seggen (vorwiegend *Carex rostrata*, *Goodenoughi*) bedeckt. Zwischen ihnen schlängeln sich zahlreich die zarten Stengel von *Utricularia minor* hin, und aus den Schwingrasen stechen da und dort Rohrkolben hervor. Der Wasserspiegel zeigt an diesen Uferstellen vielfach eine irisierende Haut (ähnlich auf Wasser ausgegossenem Petroleum), die sich leicht auf Papier und auf den Objektträger schieben läßt. Sie besteht aus Eisenhydroxyd, das sich im Sumpf aus dem mineralischen Untergrund gebildet hat, teilweise frei, teilweise in den Scheiden eines Eisenbakteriums (*Leptothrix ochracea*; *Gallionella ferruginea* habe ich nie gefunden!) abgelagert ist und so die Bildung von Raseneisenerz oder Sumpferz veranlaßt. — Durch diese Erscheinung, welcher wir noch an vielen Orten des Schwenninger und Dürrheimer Moors begegnen werden, wird das nördliche, an den Gipskeuper stoßende Ufer des Moosweihers entschieden als dem Flachmoor angehörig gekennzeichnet; denn nach Früh-Schröter sind „Eisenverbindungen eines der bekanntesten Merkmale von Rasen- oder Flachmooren".

Andere Stellen des Ufers sind mit *Troglochin palustris*, *Juncus acutiflorus*, *Heleocharis palustris* und *Equisetum palustre* bedeckt. Ganz eigenartig hebt sich von diesen kleineren und größeren Uferpflanzen *Comarum palustre* mit seinen dunkelroten Blütensternen und erdbeerartigen Früchten ab. An mehreren Uferstellen ist der Pflanzenteppich noch mit dem Schneeweiß von *Galium palustre*, mit dem Rosenrot von *Epilobium palustre* und mit dem Blauviolett von *Scutellaria galericulata* durchwirkt. Auch die stattliche *Angelica silvestris* findet sich an einigen nördlichen Plätzen; am nordöstlichen Ende des großen Weihers aber glänzen im Spätsommer und Herbst die schneeweißen Blüten der *Parnassia palustris* aus dem braungrünen Teppich hervor.

Merkwürdig ist, daß die beiden, im Bereiche des stark verlehmten Gipskeupers liegenden, jedenfalls in bezug auf ihren Grund schwach mineralischen und daher weiches, etwas bräunliches Wasser führenden Moosweiher, wenigstens was die Mannigfaltigkeit der Arten betrifft, unter allen Gewässern unseres Moors an pflanzlichen und tierischen Organismen am reichsten sind. Fische und Teichmuscheln (Anodonten) fehlen zwar wie in allen andern Teichen des Schwenninger und Dürrheimer Moors. Dagegen sind Molche und Frösche in verschiedenen Arten vorhanden, und an Wasserinsekten (zumal an Libellen- und Ephemeridenlarven) sind sie reich zu nennen. Ihren größten

Reichtum aber zeigen sie in bezug auf Mikroorganismen, was besonders vom größeren Weiher gilt. Im Frühling (auch schon im Winter, zu welcher Zeit ich leider nie das Wasser untersuchen konnte) bilden Tausende der zierlichen Kolonien von *Dinobryon sertularia*, mehr noch von *D. stipitatum* den größten Teil des Planktons. Sie kommen auch in andern Gewässern des Schwenninger Moors, besonders in den Weiherwiesenteichen, hinter dem Zollhaus. vor und sind, wie *Ceratium*, teilweise auch das häufige *Peridinium tabulatum* und andere Peridineen Relikte des einstigen großen Sees, aus welchem das Moor entstanden ist, also beredte Zeugen seines lacustren Ursprungs. Die seltene *Cyclonexis annularis* gehört ebenfalls dem Plankton an, während die häufigen Kolonien von *Dinobryon utriculus* und dem sonst seltenen *Hyalobryon ramosum* festsitzend sind.

Auf der Oberfläche wie im Wasser und am Grunde lebt eine reiche Insekten-, Krebs-, Rotatorien-, Infusorien- und Heliozoenfauna (ich nenne von Seltenheiten nur das Heliozoon *Clathrulina Cienkowski*, die Ciliaten *Drepanomonas dentata* und *Condylostoma vorticella*, sowie das in nuß- bis faustgroßen Kolonien lebende, den Vorticellen verwandte Infusor *Ophrydium versatile*), und die ganze wärmere Jahreszeit hindurch, besonders jedoch im Sommer, erfreuen seltenere Algenformen, wie *Schizochlamis gelatinosa* (besonders im kleinen Moosweiher), zumal aber Flagellaten und Desmidiaceen (z. B. *Micrasterias crux melitensis*, *Spirotaenia obscura*, *Cosmocladium pulchellum*, *Staurastrum hexacerum*) den Forscher. Der Torfschlamm beherbergt *Sphaerium corneum*, *Calyculina lacustris* und *Pisidium nitidum* in großer Menge, ebenso den Wasserregenwurm *Limnodrilus Udekemianus*, *Planaria torva*, viele Gastrotrichen (besonders häufig sind *Chaetonotus maximus* und *similis*) und ist zugleich eine sichere Fundstätte für die großen und schönen Infusorien *Spirostomum ambiguum* und *teres*. Trotz seiner relativen Kalkarmut wird er, wie von den eben genannten Muscheln, so auch von Schnecken in zahlreichen Individuen bewohnt. *Limnaea stagnalis* var. *turgida*, *L. peregra* und *Planorbis marginatus* var. *submarginatus* sind häufig, haben hier jedoch meist etwas schwächere Gehäuse als auf dem Dürrheimer Ankenbuckmoor.

An Mannigfaltigkeit der Flora und Fauna stehen dem Moosweiher nur die gegen die Weiherwiesen gelegenen größeren und kleineren Teiche nahe, jenen in bezug auf Copepoden und Daphniden übertreffend, in bezug auf den Reichtum an Mikroorganismen aber nicht erreichend.

Sehr interessant ist das Pflanzen- und Tierleben eines in der Nähe des Moosweihers und zwar ostwärts von ihm gelegenen Tümpels, den ich unter dem Namen periodischer Tümpel öfters erwähnen werde. Er ist mit *Carex rostrata* bestanden, die ihn bald ganz verlandet haben wird, und dadurch merkwürdig, daß bei ihm die mikroskopische Frühlingsfauna, bestehend in teilweise seltenen Flagellaten (z. B. *Chlorodesmus hispida*), *Cyclops viridis* mit dem seltenen Epizoon *Chlorangium stentorinum*, dem Rädertier *Callidina vorax* u. a., nach jeder Füllung durch Niederschläge im Sommer wieder erscheint und nach dem Austrocknen jedesmal Dauereier von Daphniden gefunden werden. Wie der Moosweiher, so enthält auch dieser periodische Tümpel das seltene, seßhafte *Dinobryon* (*Hyalobryon*) *ramosum*, merkwürdigerweise auch, obgleich er in heißen Sommern oft wochenlang ausgetrocknet ist, viele Pisidien (*Pisidium obtusale*) und *Limnodrilus Udekemianus*.

An das südöstliche Steilufer des Moosweihers schließt sich ein ausgesprochenes Molinietum an, untermischt mit *Sphagnum cymbifolium* (hier schön fruchtend), *Sph. acutifolium*, *Aulacomnium palustre* (zuweilen eigene kleine Bestände bildend); an höher gelegenen Plätzen mit *Polytrichum strictum*, *Lycopodium clavatum*, *Triodia* (*Sieglingia*) *decumbens*, *Anthoxanthum odoratum* und *Hieracium pratense*; an feuchteren Stellen mit *Equisetum palustre*, *Eriophorum latifolium*, *polystachium* und *vaginatum*, *Agrostis canina*, *Luzula multiflora*, *Potentilla silvestris*, *Galium uliginosum*, *Valeriana dioica*, *Hieracium auricula* und *Cirsium palustre*; geschmückt mit *Alectorolophus minor*, *Pedicularis palustris* und *silvatica*, mit *Platanthera bifolia*, besonders in der Nähe des periodischen Tümpels, südwärts desselben an trockener Stelle sogar mit *Arnica montana*. Südostwärts vom kleinen Moosweiher birgt diese Genossenschaft als Sphagno-Molinietum prächtige Rasen von *Drosera rotundifolia*. Dazwischen sprossen Weidenruten von *Salix aurita* aus dem zur Streugewinnung jährlich abgemähten Molinietum empor; nicht selten ist in demselben auch *Betula verrucosa*.

Seiner Zusammensetzung wie auch seiner Lage am Rand des Hochmoors nach gehört dieser Bestand dem Zwischenmoor an, wie namentlich der Reichtum an *Sphagnum*, *Drosera* und *Polytrichum* bezeugen, und ist als Rest des unterteufenden Flachmoors aufzufassen.

Südwärts geht das Molinietum in ein trockenes, schon dem Moorrande angehöriges Nardetum (mit dem Hungergras *Nardus*

stricta als Charakterpflanze) über; ostwärts stößt es an den Hauptgraben, dessen Flora weiter unten gekennzeichnet werden soll.

Halten wir gegen das schöne Bild, das uns der Moosweiher vor Augen geführt hat, und das durch sein im zoologischen Teil dieser Arbeit geschildertes Tierleben an Lebendigkeit und Farbenpracht noch gewinnen wird, das eines benachbarten, nur durch die Eisenbahnlinie getrennten Sumpfes, des ehemaligen Salinenmooses zwischen Mooswäldle und Gipskeuperhügel beim Dickenhardt. Vorher ein Torfstich, in dem jedoch keine Baumstümpfe gefunden wurden, zum Beweis, daß hier kein Übergangswald Platz griff, bildete dieser Sumpf bis vor 20 Jahren einen ziemlich tiefen Weiher, in dem wir Knaben einst „Moorbäder" nahmen. Durch die auffüllende Tätigkeit der Sumpfvegetation ist das ehemalige Seebecken nun in eine seichte Mulde umgewandelt, ein Zeugnis dafür, wie energisch die verlandenden Faktoren auf dem Moore arbeiten.

Der nordwestliche, der Sonne ausgesetzte Rand des Sumpfes trägt im Sommer eine überaus mannigfaltige und bunte Flora. Auf dem Keuperhügel steht im Nordosten ein blühender Rosenbusch von *Rosa canina*; am südwestlichen Ende ragen aus dem Moor einige hohe Weidensträucher empor, sie gehören der glänzenden Lorbeerweide *(Salix pentandra)* und der unscheinbaren Ohrweide *(S. aurita)* an. Stattliche und zierliche Gräser und grasartige Gewächse (*Agrostis alba* var. *gigantea*, *Arrhenatherum elatior*, *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis vulgaris*, *Briza media*, *Carex leporina*, *Luzula multiflora* und *campestris*, in kleinen Vertiefungen *Holcus lanatus*, an sehr trockenen Stellen aber *Nardus stricta*), blütenreiche Stauden von *Tanacetum vulgare*, *Hypericum quadrangulum*, seltener *perforatum*, *Succisa pratensis*, *Sanguisorba officinalis*, *Achillea millefolium*, an feuchteren Stellen auch das zweijährige *Cirsium palustre* bilden eine höhere, blumige, auch teilweise duftende Kräuter, wie *Silene inflata*, *Alectorolophus minor*, *Galium verum* und *mollugo*, zahlreich *Rumex acetosella*, seltener *acetosa*, *Stellaria graminea*, *Potentilla silvestris*, *Hieracium pilosella* und *Thymus serpyllum* auf Seggenbulten und anderen trockenen Plätzen eine niedrigere Vegetation. Aus dieser letzteren heben sich einige besonders niedliche Blumengestalten, da und dort sogar bestandbildend hervor: vor allem die zierliche, hier außerordentlich häufige Jungfernnelke (*Dianthus deltoides)*, sodann *Campanula rotundifolia*, welche auf dem trockenen Moorboden fast die Gestalt der subalpinen *C. pusilla* angenommen hat, und *Euphrasia Rostkoviana*.

Ähnlich, wenn auch nicht so farbenprächtig, ist die Pflanzenwelt des südöstlichen, dem Mooswäldle zugekehrten Randes, der etwas weniger als der vorhin beschriebene nordwestliche den Charakter einer trockenen Flachmoorwiese trägt. Hier macht sich der Einfluß des Waldschattens geltend. Es dominieren die Wiesengräser; unter sie mischt sich an feuchteren Plätzen *Luzula multiflora*, an trockeneren *L. campestris*. Allein zwei echte Moorformen und eine Sumpfform, *Molinia caerulea*, *Juncus Leersi* und *Equisetum palustre*, jene an trockeneren, die beiden letzteren an feuchteren Stellen, geben der Genossenschaft streckenweise das Gepräge eines gemischten Molinietums. In den grünen Wiesenteppich weben sich als bunte Blumen hinein: *Dianthus deltoides*, massenhaft an trockenen Plätzen, *Polygonum bistorta*, *Knautia pratensis*, *Succisa pratensis*, *Melampyrum pratense*, *Sanguisorba officinalis*, *Centaurea jacea*.

Der eigentliche Sumpf des Salinenmooses, das ehemalige Seebecken, zeigt eine minder farbenreiche, doch immerhin sehr stattliche und interessante Pflanzenwelt. Besonders hervorragend sind die hohen Bestände der Wiesenkönigin (*Filipendula ulmaria*, hier nur in der Varietät *discolor* mit unterseits weißfilzigen Blättern auftretend), im Westen mit viel *Lysimachia vulgaris* gemengt, die etwas niedrigeren, aber ziemlich ausgedehnten von *Carex rostrata*, *acuta* und *vesicaria*, von *Equisetum limosum*, meist var. *Linnaeanum*, untermischt mit *Lysimachia thyrsiflora* und *Eriophorum polystachium*, die kleineren Gesellschaften von *Glyceria fluitans*, welche sich als Wasserbewohner am durchziehenden, aber stellenweise ganz verlandeten Abzugsgraben im Kampf gegen eine übermächtige Sumpfflora noch behauptet, wegen Mangel an fließendem Wasser jedoch ihren flutenden Charakter abgelegt und aufrechte Haltung angenommen haben; an ähnlichen Plätzen mehr vereinzelt stehende Exemplare von *Rumex crispus*, *Hypericum tetrapterum*, *Angelica silvestris*, *Mentha longifolia* Hudson, *Coronaria flos cuculi*, gegen den Rand der Mulde von *Juncus acutiflorus* und weiterhin Rasen von *Juncus Leersi*.

Aus dem Equisetetum leuchten gegen das Nordostende hin ziemlich zahlreich die prächtigen, glänzend gelben Blüten von *Ranunculus lingua* hervor. Weniger oder gar nicht hervorstechend sind: *Molinia caerulea* (hier noch viel seltener als auf dem trockenen Rande, aber im Begriff, als verlandender Faktor das Gebiet zu erobern), *Cirsium oleracium*, *palustre* und *rivulare* mit ihren Bastarden, *Epilobium palustre*, *Scutellaria galericulata*, *Ranunculus flammula*,

Veronica scutellata, *Mentha aquatica* var. *verticillata*, *Carex flava* und *Goodenoughi* und gegen die Ränder hin, wo Wiesengräser überhandnehmen, *Euphrasia Rostkoviana*. Unter jenen fand ich auch *Festuca loliacea* Hudson, einen seltenen Bastard zwischen *Festuca elatior* und *Lolium perenne*, aber nicht, wie gewöhnlich angegeben wird, zwischen seinen Stammeltern; diese konnte ich hier nicht entdecken. Stellenweise machen sich auch im Sumpfe Bestände von *Galium palustre*, *uliginosum* und *silvestre* durch ihr frisches Weiß, von *Agrostis canina* durch die rötlichschimmernden Blütenrispen in auffallender Weise geltend, und an lichteren Stellen glänzen aus dem Grün in manchen Jahren noch im Juli und August vereinzelte Blüten von *Caltha palustris* hervor, ein Beweis von der verhältnismäßig niedrigen Temperatur des Sumpfes, in welchem die Sonnenstrahlen wegen der dichten und teilweise hohen Vegetation nicht recht auf den Grund dringen können. An ähnlichen Stellen, doch mehr am Rande, leuchten die Blüten von *Lotus uliginosus*.

Der Grund des Salinenmooses ist, wo überhaupt noch Raum dazu vorhanden, mit Sumpfmoosen aus der Familie der *Hypnaceae* (*Sphagnum* fehlt!) und mit *Marchantia polymorpha* bestanden. Seine ganze Vegetation gibt ihm also den Charakter eines Flachmoors.

Einzigartig steht der zwischen Mooswäldle und Zollhaus gelegene, als nördliche Moorbucht in die bunten Mergel des Gipskeupers eindringende Fieberkleesumpf auf unserem Torfmoor da. Seiner Lage am Rande des Moors wie seiner Pflanzenwelt nach gehört er entschieden dem Flachmoor an. Der Untergrund ist mit diluvialem Lehm, Sapropel und Sapropelsand ausgeschlagen, jetzt aber durch die verlandende Tätigkeit der Sumpfpflanzen, besonders seiner Charakterpflanze, des Fieberklees, bedeutend erhöht und so der ganze Sumpf seichter geworden. Früher bedeckte sein Wasser oder vielmehr das des einstigen großen Moorsees weit hinauf den Abhang des westwärts ihn begrenzenden Hügels, sowie die wenig erhöhte Fläche im Osten, was aus zahlreichen Seggenbulten an beiden Örtlichkeiten ersichtlich ist. Charakteristisch für diesen Sumpf ist der schon genannte Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), hier ungemein zahlreich, sonst in den Baarmooren nirgends zu finden, vermöge seiner starken Rhizome einer der wichtigsten Verlander der Sümpfe. Zwischen *Menyanthes*, *Equisetum limosum* var. *Linneanum*, *Juncus acutiflorus*, *Eriophorum latifolium* und *Carex teretiuscula* schaut aus dem mit Sumpfmoosen besetzten Grunde das liebliche

Sandbräutlein (*Sagina nodosa*) hervor. Besonders zahlreich und üppig wachsen in diesem wie im weiter unten beschriebenen Quellsumpf beim Zollhaus *Orchis latifolia* und *incarnata*, *Parnassia palustris*, *Lythrum salicaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Coronaria flos cuculi*, *Lotus uliginosus*, *Valeriana dioica*, *Mentha aquatica* var. *verticillata* und *M. arvensis*, *Veronica scutellata*, *Equisetum palustre*, nicht selten auch *Polygala amara* var. *austriaca* und endlich *Ranunculus flammula* mit der in Württemberg sehr seltenen, auf dem Schwenninger Moor jedoch auch an anderen Stellen vorkommenden Form *reptans*. Die häufigste Segge ist hier *Carex flava*; sie kommt als Stammform und var. *Oederi* vor. Außer der oben genannten *Carex teretiuscula* finden wir hier noch *C. rostrata* und *vesicaria*, häufig auch das schon öfter genannte, einen hohen Grad von Bodenfeuchtigkeit verratende Moorgras *Agrostis canina*. Die niederste Vegetation bilden Hypnaceen (*Sphagnum* fehlt!); besonders häufig sind die, gewöhnliche Sumpfwiesen charakterisierenden kalkholden Arten *Philonotis fontana* und *caespitosa*, wohl auch die im Quellsumpf beim Zollhaus vorkommende, viel Kalk liebende *Philonotis calcarea*. Am westlichen Ufer des Sumpfes, wie auch an vielen andern Stellen in der Nähe des Zollhauses begegnet uns häufig die zierliche *Salix repens*.

Ostwärts setzt sich der Fieberkleesumpf in eine breite Mulde fort, die mit Ausnahme von *Menyanthes trifoliata* und *Polygala amara austriaca*, welche beide hier fehlen, eine ähnliche Vegetation trägt wie jener; auch *Sagina nodosa* findet sich noch in derselben, bis sich der Sumpf vor dem abschließenden Keuperhügel zu einem Kolk vertieft. Hier ist eine bei nasser Witterung schwer zugängliche Stelle ebenso charakteristisch, wie der Sumpf der nördlichen Moorbucht. Nirgends sonst auf dem ganzen Schwenninger Moor finden wir eine Pflanzengenossenschaft von derselben Zusammensetzung wie in diesem Tannenwedelsumpf. Charakterpflanzen sind: *Hippuris vulgaris* und zwar meist als Form *fluviatilis*, *Oenanthe aquatica* (diese fand ich auch in dem die Weiherwiesen durchziehenden Abflußgraben des Villinger Mooranteils), *Ranunculus aquatilis* var. *submersus* und *Lemna trisulca;* Begleitpflanzen sind: *Comarum palustre*, *Lythrum salicaria*, *Carex rostrata*, *Triglochin palustris*, *Scirpus Tabernaemontani*, *Eriophorum polystachium* und am Rande *Agrostis canina*. Weiterhin schließt sich südostwärts ein kleines Sphagnetum an, gebildet von *Sphagnum molluscum* und *cuspidatum*. Dieser rasche Wechsel in der Pflanzendecke ist um so auf-

fallender, als der Tannenwedelsumpf selbst einen ziemlich hohen Kalkgehalt hat. Im Juli 1905 traf ich ihn ganz ausgetrocknet und den schwarzen Faulschlamm mit weißer Kalkauswitterung überzogen, sowie mit leeren Gehäusen von *Limnaea stagnalis* var. *turgida*, *Planorbis marginatus* var. *submarginatus* und *Pisidium obtusale* bedeckt. Die mikroskopische Untersuchung des Schlammes ergab unter anderem neben verschiedenen Oscillatorien (unter ihnen *O. chalybea* und *sancta*) und Philodiniden sehr viele Bacillariaceen, dagegen wenige Desmidiaceen, darunter *Cosmarium crenatum* var. *nanum*.

In der Gegend des Tannenwedelsumpfs setzt sich im hintern Moor die mittlere, westwärts gerichtete Bucht an, den großen Quell- oder Erlensumpf beim Zollhaus bildend. Er durchbricht den ostwärts von der Verwerfung gelegenen Gipskeuperhügel und greift tief in die Anschwellung der grauen dolomitischen Schieferletten beim Zollhaus ein. Sein Wasser erhält er, wie schon oben gesagt, nicht nur von atmosphärischen Niederschlägen, sondern vorwiegend von einer in der Lettenkohle entspringenden kalkhaltigen Quelle. Die charakteristischen Pflanzen dieses noch mehr als die beiden vorigen nährstoff- und kalkreichen Erlensumpfes sind: *Typha latifolia*, *Scirpus Tabernaemontani*, *Carex flava*, *Phalaris arundinacea* (freilich nur in wenigen Exemplaren), allerlei Sumpfmoose, darunter auch die kalkliebenden Arten *Philonotis fontana*, *Ph. calcarea* und *Hypnum falcatum* (daher kein *Sphagnum!*), am Rande die zwei im Fieberkleesumpf wachsenden Knabenkräuter, ferner *Parnassia palustris*, *Salix repens*, *Senecio spatulifolius* (letztere wie folgende Pflanze nur hier auf unserem Moor vorkommend) und nicht weit von der Quelle ein Bestand von *Alnus glutinosa*. *Humulus lupulus*, nach Potonié Charakterpflanze der Erlenbrüche, fehlt!

Der Hauptsache nach sind es vier Pflanzenvereine, welche den Quellsumpf beim Zollhaus bevölkern. An den Erlenbestand seines Westendes schließt sich ein großes Typhetum (*Typha latifolium*), weiterhin ein graugrünes Scirpetum (*Scirpus Tabernaemontani*), ostwärts ein Magnocaricetum von *Carex rostrata* an, letzteres mit viel *Lythrum salicaria*, *Galium palustre*, *Comarum palustre*, *Scutellaria galericulata*. In diesen Großseggenbestand mischt sich merkwürdigerweise häufig *Vicia cracca* und trägt hier im Sumpfe eine starke Behaarung (vergl. den ökologischen Teil). Viele seichte Stellen im Sumpf sehen wir mit Eisenhydroxyd überzogen, ein Beweis dafür, daß die den Sumpf speisende Quelle

sowie der Untergrund stark eisenhaltig sind, wovon auch, wie weiter unten gezeigt werden wird, der Abzugsgraben des Erlensumpfes Zeugnis gibt.

Neben dem Sumpf breitet sich auf der Nordostseite eine schwächer sumpfige Fläche aus, welche mit *Agrostis canina* und *alba*, *Anthoxanthum odoratum* (hier sogar an sehr feuchten Stellen), *Peucedanum palustre*, *Lysimachia vulgaris*, *Valeriana dioica*, *Carex Goodenoughi*, *Epuisetum palustre*, *Pedicularis palustris*, *Potentilla anserina*, *Lotus uliginosus* und *Ranunculus flammula* mit der Form *reptans* bestanden ist.

Als sehr charakteristisch für diesen Quellsumpf möchte ich noch einmal das Vorkommen von *Phalaris arundinacea* hervorheben. Hier nur in wenigen Exemplaren, auf dem Dürrheimer Moor zahlreich, an Flußufern in üppigen Beständen sprossend, erweist es sich klar als ein nährstoffreiches Wasser liebendes Gras. Diesem Vorkommen sind an die Seite zu stellen die in der Nähe der Quelle, deren Abfluß mit *Glyceria fluitans* bestanden ist, wachsenden, in bezug auf Ernährung ebenfalls anspruchsvollen Pflanzen: unter ihnen *Phragmites communis* (allerdings hier nur noch in kümmerlichen Exemplaren, die aber Reste eines ehemaligen großen und stattlichen Phragmitetums sind) und *Juncus glaucus*.

Auf Mikroorganismen habe ich diesen Sumpf, da der Zugang zu demselben erschwert ist, nur wenig untersuchen können. Aus einer demselben entnommenen Wasserprobe möchte ich hervorheben: das sonst seltene, im Moosweiher jedoch ziemlich häufige Infusor *Drepanomonas dentata*, einen riesigen *Chaetonotus* spec.? von 225 μ Länge mit zwei Stacheln am Hinterende von 60 μ und ein *Gonium* mit 8 in ein Rechteck geordneten Zellen, wohl zu *G. tetras* gehörig.

Überschreiten wir, südwärts wandernd, den östlich von der Verwerfungslinie liegenden Gipskeuperhügel beim Worte: „Im Moos", welcher die mittlere von der südlichen Moorbucht trennt und an seinem Rande mit zahlreichen, Thymian, Heide und Wacholder tragenden Seggenbulten besetzt ist, so gelangen wir zu den gegen die Weiherwiesen gelegenen, alte Stiche ausfüllenden großen Weihern der südlichen Bucht des hinteren Moors. Nähern wir uns dem westlichen Weiher, so fällt uns ein dunkelpurpurn schimmernder, eine seichte Einsenkung bedeckender Bestand von *Agrostis canina* auf, der auf etwas höherer, sich gegen den Hügel hinziehender Stufe einem Cariceto-Molinietum (mit *Molinia caerulea*, *Anthoxanthum odo-*

ratum, *Carex rostrata*, *Eriophorum polystachium*) Platz macht. Der Bestand des Hundsstraußgrases geht bis an den sich allmählich vertiefenden Nordrand des Weihers, und dieser selbst bildet eine kleine Moostundra, am Außenrand gebildet von *Polytrichum commune* mit wenig *Aulacomnium palustre*, am Innenrand von *Sphagnum cuspidatum*. Stellenweise geht dieselbe in ein aus *Carex rostrata*, *Agrostis canina*, *Potentilla silvestris*, *Triglochin palustris* und *Comarum palustre* zusammengesetztes Cariecetum über. In trockenen Sommern, wo der schlammige Grund des Weihers am Rande bloßgelegt wird, ist dieser mit einem leichten Kalkniederschlag bedeckt, welcher wie die schwach bräunliche Farbe und seine Vegetation das Gewässer als ein dem Flachmoor angehöriges, aber noch in der Randfacies des einst sich zentrifugal ausbreitenden Sphagnetums gelegenes charakterisiert. Das geradlinige westliche Steilufer ähnelt dem des Moosweihers und ist mit *Heleocharis palustris*, *Comarum palustre*, *Sphagnum cymbifolium*, an trockeneren Stellen auch mit *Sph. acutifolium* und auf der anstoßenden Sumpfwiese mit *Carex echinata und flava* besetzt. Der Südrand trägt einen hauptsächlich aus *Sphagnum cuspidatum*, *Aulacomnium palustre* und *Triglochin palustris* bestehenden Schwingrasen, während der Ostrand nur einen schmalen Landstreifen bildet, welcher den westlichen Weiher von einem tieferen, diesem parallel hinziehenden östlichen trennt. Auch dieser geht nach Süden und Südosten hin in einen größeren Schwingrasen von ähnlicher Zusammensetzung wie der vorhin genannte über; im Schoße desselben erreicht *Drosera rotundifolia* eine Üppigkeit, wie ich sie sonst nirgends auf unserem Moor gesehen habe.

Auffallend häufig ist in diesem Torfmooosschwingrasen ein Blätterpilz, dem ich auch auf den ostfriesischen Mooren überall in feuchten Sphagneten begegnete und den auch C. A. Weber vom Augstumalmoor erwähnt, also wohl eine echte Hochmoorform, *Galera hypni* var. *stagnorum*. Ebenfalls zahlreich steht er im Sphagnetum auf Dürrheimer Grenze. Ich fand ihn hier vom Mai bis in den Herbst hinein. Interessant war mir sein Vorkommen, als ich ihn vergangenen Sommer bei Schandau in der Sächsischen Schweiz in Gesellschaft von *Drosera rotundifolia* in Moospolstern antraf, welche von einem zur Sektion *Hygrohypnum* gehörigen Astmoos gebildet waren und eine von Wasser beständig berieselte senkrechte Felswand des Elbsandsteins bekleideten.

Die beiden zuletzt beschriebenen Schwingrasen, wie überhaupt alle Schwingrasen des Moors, zeichnen sich durch sehr schlechten

Geruch aus, herrührend von Sumpfgas (Methan) und Schwefelwasserstoff. Sticht man mit einem Stock hinein und erschüttert mit dem Körper den Rasen, so strömt ersteres Gas in Menge aus und kann mit einem Streichhölzchen entzündet werden.

Jeder der beiden Teiche der Weiherwiesen trägt ein schönes Typhetum aus *Typha latifolia*, welches stellenweise einem aus *Scirpus Tabernaemontani* gebildeten Scirpetum Platz macht, und wird am Rande da und dort von kleinen, aus *Carex rostrata*, *Goodenoughi* und *canescens* gebildeten Cariceten umsäumt. Offene Stellen sind teilweise mit einer aus *Potamogeton natans* und *Sparganium minimum* gebildeten Schwimm- und Tauchvegetation (in derselben erblicken wir häufig die netten Futterale der *Hydrocampa nymphaeata*) bedeckt, welche jedoch größere Wasserflächen freiläßt. Im Frühling, weniger noch im Sommer, sind die genannten Pflanzen, in der Uferzone besonders auch die Rhizome von *Comarum palustre*, an der Wasseroberfläche und ein wenig tiefer mit einem eigentümlichen Schmuck besetzt, mit den bis apfelgroßen Kolonien des schon beim Moosweiher genannten Infusors *Ophrydium versatile*. Ähnliche, aber nur linsengroße grüne Gallertkugeln finden sich massenhaft an der da und dort den Grund der Weiherwiesensümpfe bedeckenden *Chara fragilis*, gehören jedoch dem Pflanzenreiche an; es sind die dichten Räschen der zu den Schizophyceen zählenden *Rivularia natans*.

Jene offenen Wasserflächen erreichen besonders im östlichen Weiher eine bedeutende Tiefe und sind sehr geeignet für Gyriniden, Ostracoden, Copepoden und Daphniden, für Planktonflagellaten (unter ihnen im Frühling die schöne und seltene, kettenförmige Kolonien bildende *Chlorodesmus hispida*, schon beim periodischen Tümpel genannt) und Planktonalgen. Ihre Mikroflora und -Fauna hat einige Ähnlichkeit mit der der beiden Moosweiher; im Uiermoos fand ich das zierliche, im Moosweiher häufige Malteser Kreuz (*Micrasterias crux melitensis*), im freien Wasser zur Frühlingszeit sehr zahlreich das von Schewiakoff auf den Sandwichinseln entdeckte Infusor *Holophrya simplex*. Im Frühling treten auch in diesen Weihern (wie im Moosweiher) die Planktonflagellaten *Dinobryon sertularia*, mehr noch *D. stipitatum* in großer Menge auf, wohl als Relikte des einstigen Moorsees. Als solche gelten, wie weiter oben gesagt, auch mehrere, vom Frühling bis anfangs Winter hier vorkommende Peridineen, vor allem *Ceratium tetraceros*, weniger zuverlässig *Peridinium tabulatum* und seine nächsten Verwandten. Doch möge hier bemerkt sein, daß das vereinzelte Vorkommen genannter Planktonflagellaten,

zumal gewisser Peridineen, nicht immer als Relikt eines ehemaligen größeren Sees gedeutet werden kann, da dieselben wie andere Mikroorganismen von Wassertieren verschleppt, einige auch, z. B. *Dinobryon*-Arten, als Dauersporen durch den Wind verbreitet werden können.

Am 11. April 1902 fand ich am trockenen Rande des Weiherwiesenteichs blaßgelbe, feste Gallertmassen von 2—3 cm Durchmesser. Ich war mit andern gesammelten Gegenständen überladen und nahm jene unvorsichtigerweise in einem Glas mit Wasser, welches ich behufs Untersuchung auf Mikroorganismen geschöpft, aus Moosen ausgedrückt und gefischt hatte, nach Hause. Als ich mich hier an die Untersuchung machte, waren die Gallertmassen verschwunden: sie hatten sich infolge des Schüttelns im Wasser aufgelöst. Vergeblich suchte ich im Frühling der nächsten Jahre nach solcher Gallerte. Was sie wohl war? Eine Andeutung in Früh-Schröter (Die Moore der Schweiz) S. 234 führte mich auf die Spur. Es waren Reste größerer, durch Eisgang und Wellenbewegung losgelöster und zertrümmerter Massen, herrührend von den ausgebleichten Gallertscheiden des Eisenbakteriums *Leptothrix ochracea*, und enthielten wohl auch Körnchen von Limonit, die ich im Bodensatz des Gefäßes hätte finden können. Wären mir die Massen in frischem, blutrotem Zustande zugekommen, so hätten mir die Farbe und das wohlbekannte Eisenbakterium den Schlüssel zur Erkenntnis in die Hand gegeben.

Bemerkenswert ist der hinter diesen Weihern das Torfmoor gegen die Weiherwiesen abgrenzende Abzugsgraben des Quellsumpfes beim Zollhaus, der den Keuperhügel „Im Moos“ durchbricht, sich später mit einem andern vom südlichen Teil des Villinger Moors und vom Dürrheimer Anteil kommenden Graben vereinigt und so das überschüssige Wasser des badischen Moors nach Marbach zur Brigach abführt. Die Seggen (*Carex rostrata* und *acuta*) desselben sind mit langsträhnigen Algen (*Ulothrix subtilis*, *Mougeotia parvula* und *genuflexa*, *Spirogyra tenuissima* und *Conferva bombycina*) besetzt und diese, wie auch die Seggen mit Eisenhydroxyd frei und abgelagert in den Scheiden des Eisenbakteriums *Leptothrix ochracea*, überzogen. Dieser Überzug beherbergt in großer Zahl verschiedene Arten von Diatomeen: *Navicula*, *Synedra ulna*, *Meridion circulare*, *Fragilaria virescens*, *Nitzschia sigmoidea*, *Eunotia arcus* und *Cymatopleura solea*, letztere beide wie *Leptothrix ochracea* ein untrügliches Zeichen von größerem mineralischem Nähr-

stoffgehalt des Wassers. Desmidiaceen fand ich in diesem Wasser viel weniger als in den nährstoffarmen Gewässern des Schwenninger Moors; meist waren es auch auf dem Moor nicht gewöhnliche Formen, wie *Cosmarium botrytis* var. *emarginatum*.

Die beiden miteinander und später mit dem eisenhydroxydreichen Abzugsgraben des Erlensumpfes sich vereinigenden Gräben des Dürrheimer und Villinger Mooranteils verdienen wegen einiger floristischer Eigentümlichkeiten der Erwähnung. Ersterer, in ostwestlicher Richtung verlaufend, greift, obgleich anfangs noch im Sphagnetum gelegen, hier schon etwas in den mineralischen Untergrund ein. Deutlich erhellt dies daraus, daß an einer Stelle seine ihn verlandenden Moose (vorzugsweise *Sphagnum subsecundum*) mit Eisenhydroxyd überzogen sind und das Eisenbakterium *Leptothrix ochracea* beherbergen. An einem benachbarten Plätzchen aber sah ich am 28. April 1905 die untergetauchten Moose des Grabens gelblichweiß überzogen, die Wasseroberfläche aber ganz mit Poduriden bedeckt, und bemerkte einen intensiven Gestank von Schwefelwasserstoff. Die mikroskopische Untersuchung ergab einen ungemein großen Reichtum dieses Überzugs an Schwefelbakterien und zwar der Gattungen *Beggiatoa* und *Thiothrix* mit sämtlichen auf dem Moor vorkommenden, im systematischen Teil verzeichneten Arten, sehr viele Philodiniden und eine Unmenge kleiner Flagellaten von fast zylindrischer Form, 8—10 μ Länge und 4 μ Breite, mit großen stark lichtbrechenden Körperchen (Stärkekörnern) im Leibe. Im weiteren Verlauf, noch im Sphagnetum, wird der Graben tiefer und breiter und enthält viel *Utricularia vulgaris*, aber hier noch nicht blühend, seltener *U. minor*. Noch weiter abwärts folgen Bestände von *Typha latifolia*, *Carex pseudocyperus* und *C. acuta*.

Der in mehr nordsüdlicher Richtung das Villinger Moor durchziehende Abzugsgraben schneidet ebenfalls in den mineralischen Untergrund ein und weist einen charakteristischen Großseggenbestand von *C. rostrata* auf mit beiden, im systematischen Teil beschriebenen Formen, der Stammform mit 3—4 mm breiten und der breitblättrigen Form mit über 1 cm breitem Blatt. Unterhalb dieses Caricetums ist das Wasser des Grabens mit dem uns vom Tannenwedelkolk bekannten, nährstoffreiches Wasser liebenden untergetauchten Hahnenfuß (*Ranunculus aquatilis* var. *submersus*), mit *Utricularia vulgaris* und mit *Glyceria fluitans* erfüllt. (*G. plicata* habe ich im Schwenninger Moor nicht gefunden!) Auf größeren Nährstoff-

gehalt deutet auch mehr oder weniger die Flora der stellenweise aufgeworfenen Grabenränder hin: *Urtica dioica*, *Tanacetum vulgare*, *Epilobium angustifolium*, *Senecio silvaticus*, *Malachium aquaticum*, *Pimpinella saxifraga* und *Hieracium pilosella*.

Unter den Gräben des Schwenninger Moors ist der wichtigste der sogenannte Hauptgraben, welcher in südnördlicher Richtung zuerst die Mitte des Moors, dann den Rand des Keuperhügels der Wasenhütte durchschneidet und als Uranfang des Neckars angesehen werden muß. Mit dem fortgesetzten Abbau des Moors ist der Hauptgraben immer tiefer in die Torfschichten, gegen die Wasenhütte hin bereits auch in den mineralischen Untergrund eingeschnitten worden. Soweit seine Sohle noch im Moorgrund liegt, wird er von dunkelgrünen Algen erfüllt, die sein bräunliches Wasser noch düsterer färben. Vorzugsweise sind es *Ulothrix subtilis* var. *stagnorum*, *Microspora stagnorum* und *floccosa*. Sobald er in den mineralischen Untergrund eintritt, verschwinden diese Fadenalgen mehr und mehr und machen, besonders gegen den Keuperhügel hin, einer Grabenflora Platz, wie wir sie überall in Flachmooren sehen, gebildet hauptsächlich aus *Alisma plantago*, *Sparganium erectum* und *Glyceria fluitans*. Auf Torf- wie auf Mineralgrund beherbergt der Hauptgraben viele Pisidien, vorzugsweise *Pisidium nitidum*, seltener *obtusale*.

In den Hauptgraben münden von rechts und links kleinere, zur Entwässerung der Stiche dienende Gräben. Diese haben meist dieselbe Algenflora wie der in reinem Moor gelegene Teil des Hauptgrabens; die der Ostseite sind gegen die Wasenhütte hin häufig mit *Ranunculus sceleratus* bewachsen, der auch im Hauptgraben vorkommt. Eine Charakterpflanze des letzteren wie der Stichgräben ist *Peucedanum palustre*.

Die aufgeworfenen Ränder des großen Grabens tragen eine sehr gemischte Flora, die uns im Moor teilweise befremdet. Längs des Grabens sind auf beiden Seiten Wege zur Abfuhr des Torfs angelegt. Die Zugtiere (mehr Kühe als Pferde) hinterlassen ihre Exkremente als Dünger auf dem Moor, besonders auf den Wegen, und so kommt es, daß wir hier nicht nur gewöhnlichen Wegbewohnern, wie *Anthemis arvensis*, *Plantago lanceolata* und *major*, sondern auch verschiedenen Ruderalpflanzen oder Nitrophyten begegnen, wie *Polygonum aviculare*, *tomentosum*, *lapathifolium*, sogar *Atriplex patulum* var. *angustifolium*, welch letztere man sogar zu den Halophyten rechnen kann.

Nicht weniger wundern wir uns, wenn wir auf den hohen Rändern gegen die Wasenhütte im Frühling massenhaft die gelben Korbblüten und später die mit einem Trockenschutz von dichtem, weißem Haarfilz hervorbrechenden Blätter von *Tussilago farfara* im Moor erblicken. Diese Pflanze, charakteristisch für Lehm- und Kalkboden, bildet in bezug auf Ernährungsansprüche einen geraden Gegensatz zu den Moorgewächsen. Wie am Hauptgraben, so fand ich sie auch in einem alten Stich des Ostrandes in Gesellschaft von *Lappa major* und *Plantago major*. Das Rätsel löst sich, wenn wir sehen, daß dort wie hier der Grund Mergelboden ist, dort vom ausgegrabenen und auf die Ränder geschütteten mineralischen Untergrund des Grabens herrührend, hier nach Abstich des Torfs im Gipskeuper liegend.

Im Oberlaufe sind die Grabenränder, rein aus Torf bestehend, da und dort mit *Marchantia polymorpha* besetzt, welche sich hier nicht nur auf vegetativem Wege vermehrt, sondern schöne Blüten- und Fruchtstände trägt. Im untern Laufe, wo infolge des tieferen Ausgrabens der Torfboden mehr oder weniger stark mit mineralischen Bestandteilen vermischt ist, finden wir an den Rändern: *Nasturtium palustre*, *Linaria vulgaris*, *Hieracium silvestre* Tausch (= *H. boreale Fries*), die stattliche *Agrostis alba* f. *gigantea*, verschiedene Wiesengräser, endlich größere Bestände von *Urtica dioica*, von *Rubus idaeus* (die Moorform *denutatus* Spenner mit ganz kahlen Blättern habe ich im ganzen Gebiet vergeblich gesucht!), *Cirsium arvense* und zwischen diesen Beständen *Solanum dulcamara*. Der östliche Weg am Hauptgraben ist mit *Juncus bufonius* und *Scleranthus annuus* besetzt; das Westufer weist an einer grasigen Stelle die seltene, blaublühende *Euphrasia stricta* auf, und größere Flächen trockenen Torfmoders sind mit *Ceratodon purpureus* überzogen.

5. Die trockenen Ränder des Moors.

Bei der Schilderung der Moorränder handelt es sich eigentlich nur um die West- und Oströnder, welche nicht nur die größte Ausdehnung sondern auch viele charakteristische Eigentümlichkeiten haben. Im Norden und Süden biegen sie sich so gegeneinander ein, daß von einem Nordrand eigentlich gar nicht, von einem Südrand nur in beschränktem Maße gesprochen werden kann.

Die beiden Längsränder gehören natürlich größtenteils dem Flachmoore an, tragen aber an manchen Stellen entschieden Zwischen- und Hochmoorcharakter, nämlich überall da, wo sie mit *Calluna*

vulgaris und *Vaccinium uliginosum* bestanden sind. Es ist anzunehmen, daß dieses trockene Callunetum stellenweise, besonders am Ostrande, sich auf einem infolge der Entwässerung eingegangenen Sphagnetum aufgebaut hat. Beide Ränder steigen gegen die bunten Mergel des Gipskeupers an, welche auf dem Westrand starke Verlehmung zeigen, unterscheiden sich jedoch, vielleicht infolge dieser geringen geologischen Verschiedenheit, mehr noch aber infolge der durch den Hülbenwald und das Mooswäldchen modifizierten Beleuchtungsverhältnisse nicht unbedeutend von einander in bezug auf die Zusammensetzung ihrer Vegetation, obgleich sie auch wieder viel Gemeinsames haben.

Von der Ferne schon fallen die vielen Sträucher und kleineren Bäume der Ränder auf. Sie bestehen aus Weiden (vorzugsweise *Salix aurita*, *cinerea*, seltener *caprea*), Birken (*Betula pubescens* und *verrucosa*), Zitterpappeln (*Populus tremula*), Vogelbeerbäumchen (*Pirus aucuparia*), Faulbäumchen (*Rhamnus frangula*); ferner aus *Pinus silvestris* (vor dem Mooswäldle größere, sehr charakteristische Wetterbäume) und *Picea excelsa*.

Auf dem Westrande ist am Saume des Mooswäldchens bis zum Fieberkleesumpf im Rasen, der hauptsächlich von *Agrostis vulgaris* gebildet wird, *Dianthus deltoides* sehr häufig. Das an den Stich grenzende Callunetum besteht aus *Calluna vulgaris* (hier nicht in zusammenhängenden Beständen), *Vaccinium uliginosum* und *myrtillus*. An dieses schließt sich nord- und ostwärts vom Mooswäldle ein Nardetum an, gebildet von den Hungergräsern *Nardus stricta*, *Festuca ovina* var. *duriuscula*, *Aira flexuosa*, abwechselnd und untermischt mit „Kieselpflanzen“: *Rumex acetosella*, *Scleranthus annuus*, *Spergula rubra*, *Veronica officinalis*, *Senecio silvaticus*, ferner mit *Hieracium pilosella*, *Polytrichum juniperinum*, *Ceratodon purpureus*, *Cladonia rangiferina*, *Peltigera canina*. Gegen den periodischen Sumpf und den Moosweiher hin treten auch *Arnica montana* und *Platanthera bifolia* auf. Hier geht das Nardetum, wie oben angedeutet, in ein nicht mehr zum Rande sondern schon zum Hochmoor gehöriges Sphagneto-Molinietum, teilweise auch gegen den kleinen Moosweiher hin, in ein von *Carex rostrata* gebildetes Magnocaricetum über.

Die höhere und höchste Stufe des Westrandes ist auf seiner ganzen Erstreckung, vom Moosweiher am Mooswäldle vorbei bis zum Zollhaus und den Weiherwiesen, von Bulten wie übersät, welche ihm, von der Ferne gesehen, streckenweise das Bild einer ruhenden

Schafherde oder eines mit Wellen bedeckten, plötzlich erstarrten Sees geben. An dem gegen das Zollhaus ansteigenden, den Fieberkleesumpf südwestwärts begrenzenden Keupermergelhügel, sowie auf der gegen den Marbacher Wald ansteigenden Landzunge „Im Moos" steigen die Bulte ziemlich weit empor, ebenso auch an dem den Südrand des Moors bildenden Keuperhügel, welcher dasselbe vom Dürrheimer Unterwuhrmoor trennt. Die Bulte haben sich in den Randgebieten des ehemals weiter ausgreifenden Moorsees angesiedelt und geben damit gewissermaßen dessen ehemalige Höhenmarken an. Vgl. auch S. 17. Die höchsten liegen etwa 4—5 m über dem jetzigen Niveau des Moors, und dieses hat, wie schon gesagt, in seiner Mitte noch eine bedeutende Mächtigkeit.

Schon mehrmals ist der Bulte (Einzahl Bult oder Bülte, Mehrzahl Bulte oder Bülten, bedeutet im Plattdeutschen Haufen; in Bayern werden sie Hoppen genannt) Erwähnung getan, auch oben im Abschnitt über die Bildung des Moors ihre Entstehungsweise, soweit es die Seggenbulte betrifft, angegeben worden. Jetzt sind sie hauptsächlich mit *Thymus*, *Calluna* und *Stellaria graminea* bewachsen und gleichen alten Ameisenhaufen; in Wirklichkeit beherbergen sie zuweilen auch Ameisen. Die zwischen Moosweiher und Mooswäldle befindlichen tragen häufig *Polytrichum juniperinum* und in seinen Rasen die Stammform des Blätterpilzes *Galera hypni*, dessen Varietät *sphagnorum* uns in den Schwingrasen der Weiher und feuchten Plätzen des Sphagnetums begegnet ist. Zwischen den Bulten treffen wir häufig noch andere Pilze, besonders *Lycoperdon gemmatum*, *Bovista plumbea* und *nigrescens*. Wirklich malerisch nehmen sich in diesem mit Bulten übersäten Flachmoorgebiet die charakteristischen Windföhren aus, die Vorposten des Mooswäldchens, die im ökologischen Teil kurz beschrieben werden sollen.

Um die Pflanzenbestände des Westrandes etwas näher zu kennzeichnen, mögen einige Partien desselben besonders hervorgehoben werden. Hinter dem Mooswäldle, schon auf Villinger Markung, bedeckt ein Nardetum den Rand, stellenweise gemischt mit einem und übergehend in ein Molinietum mit *Triodia decumbens*. Die südwestwärts darauf folgende schwache Einsenkung ist bewachsen von einem Caricetum (gebildet von *Carex rostrata*, mit *Agrostis canina*, *Juncus Leersi* und *Eriophorum polystachium* als Begleitpflanzen), welches die Einsenkung als einen verlandeten Sumpf beurkundet. Eine Stufe höher folgt ein nach Südosten ziehendes, stellenweise sehr nasses Callunetum, dem Hochmoor angehörig, während westwärts in einer

neuen Einsenkung wieder ein größeres Caricetum sich anschließt, enthaltend *Carex rostrata*, *echinata*, *Goodenoughi*, *Eriophorum polystachium*, *Molinia caerulea*, *Agrostis canina*, *Anthoxanthum odoratum*. *Juncus Leersi*, *Potentilla silvestris*, *Comarum palustre*, stellenweise auch viel *Glyceria fluitans*, gegen den Rand *Lotus uliginosus* und *Mentha aquatica* var. *verticillata*, *Carex flava* und *Luzula multiflora*. Den Grund bedeckt *Sphagnum subsecundum*, seltener auch noch *Sph. cuspidatum*.

Zwischen diesem Caricetum und dem Fieberkleesumpf liegt eine ziemlich trockene, mit vielen Bulten bedeckte Weidefläche. Die Vegetation der ersteren setzt sich zusammen aus: *Carex panicea*. *Briza media*, *Festuca fallax* und *rubra* (die Ährchen der letzteren mit violettem Anflug), *Thymus serpyllum*, *Linum catharticum*, *Stellaria graminea*, *Plantago lanceolata*, *Pimpinella saxifraga*; größere Bulte sind mit *Achillea millefolium*, *Carduus nutans*, *Galeopsis tetrahit* und *Urtica dioica* bestanden. Zwischen den Bulten aber wächst reichlich *Juncus glaucus*, spärlich *Selinum carvifolia*.

Die Bulte der Landzunge „Im Moos" sind sehr zahlreich. $^1/_2$ bis 1 m voneinander entfernt; die größeren haben über 1 m Durchmesser. Als Bewohner derselben sind zu nennen: *Calluna*, *Thymus* (oft mit vergallten Blüten), *Galium verum*, *Stellaria graminea*. *Betonica officinalis*, *Pimpinella saxifraga*; nicht selten ist der Bult hier mit einem Wacholderbusch *(Juniperus communis)* geschmückt. Zwischen den Bulten sah ich *Serratula tinctoria*, *Rumex acetosa*, *Chrysanthemum leucanthemum*, sehr selten auch *Jasione perennis*. — Merkwürdig war mir, daß die Bulte im Nordwesten auf einer etwas tiefer gelegenen, aber immer noch geneigten Fläche mit einemmal wie abgeschnitten, der Boden eben und mit einem reinen Nardetum bestanden war.

Der östliche Rand stellt im ganzen ein ausgesprochenes trockenes Callunetum dar, gebildet von einem oft reinen Bestande der gemeinen Heide, an feuchten Stellen unterbrochen von Beständen der Wollgräser *Eriophorum vaginatum* und *polystachium*, von *Drosera rotundifolia* (hier häufig nicht an *Sphagnum* gebunden sondern auf reinem Torfboden stehend), von *Cladonia rangiferina*, an trockeneren von *Cl. macilenta*, seltener *coccifera*, sowie auch von *Gnaphalium dioicum*. Der gegen den Hülbenwald gelegene mittlere Randteil trägt weniger Heide, ist dafür aber mit vielen, oft großen Weidenbüschen von *Salix aurita* und *cinerea*, dazwischen auf größere Strecken mit Himbeersträuchern *(Rubus idaeus)* und Weidenröschen *(Epilobium angustifolium)* geschmückt.

Dianthus deltoides findet sich nur auf dem grasreichen Hügel der Wasenhütte und beim Grenzpfahl, *Vaccinium uliginosum* gar nirgends, *V. myrtillus* nur an einer Stelle (ebenfalls beim Grenzpfahl, hier auch *V. vitis idaea*). Von den andern charakteristischen Pflanzen des Westrandes treten hier kaum Spuren auf; insbesondere fehlt das dort reich entwickelte Nardetum mit seinen Kieselpflanzen. Dagegen wachsen am Ostrande zwei Knabenkräuter, welche dem eigentlichen Westrande fehlen, *Orchis morio* mehr an trockenen Stellen (bei Wasenhütte und auf der ehemaligen Fohlenweide beim vord. Bohrhaus) und *O. latifolia* (in einem alten Stich, also nicht mehr eigentlich dem Rande angehörig). In der Nähe der letzteren Orchidee finden wir nicht selten *Carex echinata* Murray (= *C. stellulata* Goodenough) und an flachen Sümpfen fast reine Bestände von *Triglochin palustris*, an mehr trockenen Stellen von *Carex hirta*.

Heben wir zur näheren Kennzeichnung der Flora einige charakteristische Bestände und Eigentümlichkeiten des Ostrandes hervor.

Der schon mehrmals erwähnte, die Wasenhütte tragende Keupermergelhügel im Nordosten trägt wie im ökologischen Teil ausgeführt werden wird, den Charakter des Weidelandes und ist neben allerlei Gräsern, der auf ihren Wurzeln schmarotzenden *Euphrasia Rostkoviana* und des gleichfalls zu den Halbschmarotzern gehörigen *Thesium pratense* mit *Gentiana verna* und *germanica*, *Orchis morio*, *Galium mollugo* und *verum*, *Anthyllis vulneraria*, *Trifolium medium* (nach Koehler vorzüglich auf Keuper, also hier am rechten Platz), *Pimpinella saxifraga*, *Saxifraga granulata*, *Betonica officinalis*, *Centaurea jacea*, *Senecio Jacobaea*, *Tanacetum vulgare* und *Achillea millefolium* bestanden. Wo der Hügel vom Hauptgraben und dem vom nordöstlichen Moor kommenden Graben in tiefen Furchen durchschnitten wird, sehen wir die Abhänge derselben mit dem stattlichen kalkholden *Cirsium eriophorum* besetzt.

Schon öfter wurde die Moorbucht zwischen Hülben- und Reutewald, die Hagenwiesen enthaltend, angeführt. Daß diese Wiesenfläche noch dem Moore angehört, wurde schon im II. Abschnitt gezeigt. Auch die Pflanzendecke liefert hierzu einen Beweis. *Dianthus deltoides*, in der Umgebung von Schwenningen nur auf Moorboden, sonst gern auf Sandboden, Heiden und an Waldrändern vorkommend, ziert in vielen Exemplaren die östliche, am Waldrand gelegene Ecke, wo die Schlucht beginnt, welche der erste Abflußgraben des Moorsees war.

Einen für den lacustren Ursprung zeugenden, für Aufbau und Charakter des Moors sehr wichtigen Bestand finden wir etwa in der Mitte des Ostrandes, in der Nähe des ehemaligen vorderen Bohrhauses, dessen Stelle durch eine, neuerdings wieder bepflanzte Waldlücke kenntlich ist. Hier begegnen wir auf einer tiefer liegenden Stelle einem förmlichen Phragmitetum. Freilich macht es sich von ferne nicht geltend, sondern will gesucht sein, zumal in trockenen Sommern, da seine Stengel wegen Wasser-, wohl auch wegen Nahrungsmangel klein bleiben. Durch diesen Restbestand, sowie durch die vereinzelten Exemplare von Schilfrohr an der Quelle des Erlensumpfes beim Zollhaus ist am klarsten bewiesen, daß das Schwenninger Moor einst ein reines Flachmoor mit großen Arundineten war, ähnlich dem Dürrheimer Ankenbuckmoor, auf welchem *Phragmites* noch jetzt prächtige Bestände bildet. Als Begleitpflanzen des kümmerlichen, nun fast verlandeten Phragmitetums am Ostrand des Schwenninger Moors fand ich: *Triodia decumbens, Anthoxanthum odoratum, Molinia caerulea, Potentilla silvestris, Pedicularis silvatica* und *Platanthera bifolia.*

In der Nähe dieses für unser Moor so charakteristischen Bestandes traf ich in einem alten, von Kalkniederschlag stellenweise weißgefärbten Stich einen Pflanzenverein, welcher gleichzeitig den Stempel des Flach-, wie in geringerem Grade auch den des Hochmoors an sich trägt. Stellenweise ist hier der Abbau schon auf dem mineralischen Untergrund angekommen; allein ganz nahe dabei, oft nur 2—3 m entfernt, ist die Torfablagerung noch tief genug, um Pflanzen hervorzubringen, welche dem Hochmoor oder wenigstens dem Übergang zu demselben, dem Vaginetum, angehören. Ordnen wir diese Bestände, indem wir vom stark mineralischen Boden zum Flachmoor- und Hochmoorboden fortschreiten, so ergibt sich folgendes:

1. Auf mineralischem Boden (Keupermergel): *Tussilago farfara, Lappa officinalis, Plantago major, Cirsium arvense, Tanacetum vulgare.*

2. Auf Flachmoorboden: *Rumex acetosa* und *acetosella, Epilobium angustifolium, Senecio silvaticus, Galium palustre, Veronica scutellata, Epilobium palustre, Lycopus europaeus, Potentilla silvestris, Bidens tripartitus* und *cernuus.*

3. Dem Zwischenmoor (Vaginetum) angehörig: *Eriophorum vaginatum, Carex canescens, Peucedanum palustre, Spergularia rubra.*

4. Dem Hochmoor angehörig: *Calluna vulgaris.*

Nicht gar weit südwärts von diesem merkwürdigen Mischbestand befinden sich die oben genannten, bei Trockenheit mit Kalkausswitte-

rung bedeckten flachen Sümpfe, alte Stiche mit torfiger, vielfach auch von *Weisia viridula* überzogener Oberfläche. Merkwürdigerweise fand ich in diesem Gebiet den Feld-Sandläufer *(Cicendela campestris)*, welcher mir in eigenartiger Weise den im ökologischen Teil durchgeführten Satz beleuchtete, daß Moor- und Sandboden in vieler Beziehung ähnliche Lebensbedingungen bieten und darum auch ähnliche Bestände tragen.

Noch weiter südwärts traf ich im Sommer 1905 im Callunetum eine größere ausgetrocknete Schlenke bewachsen mit *Juncus acutiflorus*, *Alopecurus fulvus* und *Ranunculus flammula* var. *reptans*. Die Schlenke ist umsäumt mit den Rasen von *Carex canescens*, und rings um sie her geht ein Molinietum, gemischt mit *Calluna vulgaris*, *Eriophorum vaginatum*, *Agrostis canina* (tiefer) und *vulgaris* (höher gelegen), *Anthoxanthum odoratum*, *Juncus Leersi* und *Trifolium repens* (letzteres im Moor nicht gar selten).

Sehr schöne Molinieten finden wir auf dem Dürrheimer Anteil des Moors, am schönsten und größten auf der Landesgrenze in einem ziemlich trockenen Gebiet, hier reichlich mit *Triodia decumbens* gemischt, weniger ausgedehnt am südöstlichen Rande in der Nähe der großen Sümpfe, da feuchter und mit der schön blaugrünen *Carex panicea* als Begleitpflanze. Am Rande jener im Sommer mit blühender *Utricularia vulgaris* geschmückter und mit *Heleocharis uniglumis* umsäumter Sümpfe erfreuen uns die schönen, von Bienen und Grabwespen besuchten Blüten der *Epipactis palustris*, und weiterhin erblicken wir ein wenig höher gelegenes größeres Scirpetum aus *Scirpus silvaticus*, das einzige dieser Art auf unserem Moor, in den Sümpfen aber prächtige Bestände von *Sc. Tabernaemontani*.

Dem Ostrande gehört noch eine sehr merkwürdige, auch in einigen anderen Flachmooren beobachtete Erscheinung an, die freilich jetzt buchstäblich verschüttet und mit Schlehensträuchern überwachsen ist, früher aber den Bewohnern Schwenningens wie den Wanderern auf der Landstraße wohl bekannt war. Es war der Schwefelbrunnen beim ehemaligen vorderen Bohrhaus, der Hülbenbrunnen genannt. Wenn wir Knaben uns auf der einstigen Fohlenweide mit den Füllen um die Wette getummelt hatten und durstig geworden waren, begaben wir uns zu jenem Pumpbrunnen. Aber auch beim größten Durst wollte uns sein Wasser nicht munden, sowenig als den Pferden und dem Knecht im Bohrhaus, welche den Göpelbetrieb der Pumpmaschine zu besorgen hatten; denn es war Schwefelwasser.

Warum nun gerade hier am Ostrande des Moors, wo er zum Gipskeuper ansteigt, ein Schwefelbrunnen? Der chemische Zusammenhang ist ohne weiteres verständlich. Gips wird durch organische Substanz zu Schwefelcalcium reduziert, dieses aber durch Kohlensäure unter Mitwirkung von Wasser in kohlensauren Kalk und Schwefelwasserstoff zerlegt. Erfahrene Torfstecher sagten mir, daß man an gewissen Stellen des Moors beim Stechen einen starken Geruch nach faulen Eiern empfinde und daß es dort „schwebbele", d. h. schwefele. Besonders sei dies der Fall an den Stellen des Ostrandes, wo, wie sie meinten, der „Salzanflug" sich finde, also nach richtiger Erklärung das Moor sehr kalkreich ist; ferner auf dem Dürrheimer Ankenbuck- und auf dem nahen Marbacher Schabelmoor. Es ist eine bekannte Tatsache, daß schlechter, oft mit weißem Überzug (Kalk) versehener Torf beim Brennen „stinkt" (Stinktorf). Besonders ist dies beim Schilftorf des Ostrandes, kenntlich an den groben Rhizomen von *Phragmites*, und beim Wurzel- oder Radizellentorf, der einem dichten Wurzelfilz gleicht, der Fall. Ein Chemiker sagte mir, daß er im Laboratorium oft Schwefelwasserstoff aus Torf, dem daselbst gebrauchten Brennmaterial, entwickelt habe; dies konnte nur Flachmoortorf sein.

Aus obigen Beobachtungen geht zur Genüge hervor, daß das Schwenninger Torfmoor in seinen Randpartien, besonders da, wo es sich den Gipskeuperhügeln nähert, reich an Schwefelwasserstoff ist. Häufig findet sich an solchen Stellen auch Eisenhydroxyd, und da entsteht dann Doppelschwefeleisen FeS_2 und zwar meist Markasit, seltener Pyrit. Fast in jeder Torfprobe kann FeS_2 festgestellt werden; nicht selten sind die Würzelchen der Gramineen mit Markasit inkrustiert. Wir erwähnten schon weiter oben den Gestank des Abzugsgrabens auf der Dürrheimer Grenze und wie seine Moose mit Schwefelbakterien überzogen waren. Ebenso finden wir den Schlamm seichter Moorlachen des Ostrandes mit einer weißen, oft auch roten und braunroten, stinkenden Decke überzogen, und die mikroskopische Untersuchung ergibt hier wieder Schwefelbakterien, Arten von *Beggiatoa* und *Thiothrix*, sowie von *Micrococcus ruber* und *Lamprocystis roseo-persicina*, welch letztere im Dürrheimer Moor größere Strecken in den Sümpfen auffallend rot färben. Nicht so häufig und in die Augen fallend, jedoch auch nicht selten begegnen uns die genannten Schwefelbakterien am nordwestlichen Ufer des Moosweihers, welches bekanntlich an einen Keuperhügel stößt, in den Sümpfen und Gewässern auf Dürrheimer Markung usw.

Wo diese Schwefelbakterien, die in ihren Zellen eine große Menge von Schwefelkörnchen ablagern (die von mir untersuchten Arten von *Thiothrix* aus dem Moor erschienen unter dem Mikroskop, also im durchscheinenden Licht oft stark schwarz gefärbt), vorkommen, sind Schwefelverbindungen im Wasser vorhanden, meist in Form von Schwefelwasserstoff SH_2. Woher der Schwefel hier in solcher Menge kommt, ergibt sich aus dem oben Gesagten, da das Schwenninger Moor fast überall an seinen Rändern, besonders am Ostrand, an den Gipskeuper stößt. Solche Randpartien unseres Moors werden also überall schwefelhaltiges Grundwasser führen und solches beim Graben oder Bohren eines Brunnens zutage liefern.

Nach Winogradsky nehmen die oben genannten Bakterien Schwefelwasserstoff auf und reduzieren denselben zu Schwefel. Sind gleichzeitig Eisenoxydulverbindungen anwesend, so sind die Bedingungen für die Bildung von Eisenvitriol und Vitrioltorf gegeben.

6. Mooswäldle und Kugelmoos.

Zum Schwenninger Zwischenmoor gehören noch das Mooswäldle und das Kugelmoos.

Das Mooswäldle ist ein schöner Fichtenbestand, der nur am Ostrande mit Kiefern gemischt ist und im Norden gar charakteristische Bäume dieser Art als Vorposten ins bultenreiche Nardetum des Moors aussendet (s. ökologischer Teil). Es liegt auf einer geringen Erhebung, dem Hahnenberg, welcher von stark verlehmten bunten Mergeln des Gipskeupers gebildet wird, sich halbinselartig zwischen das eigentliche Moor und das „Salinenmoos" hineinschiebt und im Westen an die oben genannte Verwerfungslinie stößt. Jedenfalls war dieser niedrige Hügel, wie oben bemerkt, im ersten Teil der postglazialen Zeit von dem Wasser des einstigen Moorsees bedeckt, später am Rande noch von seinen Wellen bespült. Auffallend in bezug auf seine dem Charakter des dichten Fichtenwaldes entsprechend ziemlich arme Flora ist die Häufigkeit der oft stahlblau schimmernden *Selinum carvifolia* (sonst nur an mehr oder weniger sumpfigen Stellen des hinteren Moors vorkommend) und von *Serratula tinctoria* (auf dem Schwenninger Moor nur am Rande des Mooswäldchens und zwischen den Bulten „Im Moor", auf dem Dürrheimer in Sümpfen); auch *Sanguisorba officinalis*, sonst nur dem hinteren Moor eigen, ist am Ostrande des Mooswäldchens sehr häufig. Heidel- und Rauschbeere finden sich hier wie auf dem Westrande des

Moors, am Waldsaume ebenso *Arnica montana* und *Dianthus deltoides*. *Orchis maculata* kennzeichnet feuchte Grasplätze an lichteren Waldstellen und *Rubus idaeus* in der Stammform den humusreichen Waldboden. Die Moose sind die gewöhnlichen Arten der Fichtenwälder: *Hylocomium splendens* und *triquetrum*, *Dicranum scoparium*, stellenweise *Leucobryum glaucum* u. a.; ebenso die Pilze, unter welchen im Sommer verschiedene Arten von *Russula* und *Lactarius*, ferner *Cantharellus cibarius*, *Boletus edulis* vorherrschen. Von Myxomyceten fand ich an *Hylocomium splendens* nicht selten *Leocarpus vernicosus* und *Didymium farinaceum*.

Das Kugelmoos, in der westlichen Verlängerung des ehemaligen Salinenmooses gelegen und den Abschluß des Moors gegen die Verwerfungslinie bildend, war früher ebenfalls ein Fichtenbestand, liegt aber etwas tiefer als das Mooswäldchen. Sein Untergrund ist Lettenkohle; aber mit Ausnahme der Verbindungsbrücke mit dem Salinenmoos ist es ringsum von Keupermergel umsäumt. Seit etwa 30 Jahren abgeholzt, wurde es später, aber nur zu einem kleinen Teil, auf Torf abgebaut. In dieser Zeit ist seine einstige Moorwaldflora (gekennzeichnet durch *Vaccinium myrtillus* und *uliginosum*, *Rhamnus frangula*, *Polytrichum commune*, *Leucobryum glaucum*, *Hylocomium splendens* unter Beibehaltung der genannten Arten mit Ausnahme der beiden letzteren in eine echte Moorflora übergegangen, welche ihm den Charakter eines Zwischenmoors aufdrückt.

An trockeneren Stellen bildet sie ein Molinietum mit *Molinia caerulea* f. *minor* und *Aira flexuosa* als Hauptkonstituenten, mit *Luzula multiflora*, *Anthoxanthum odoratum*, *Ranunculus flammula*, *Galium austriacum*, *palustre* und *uliginosum*, *Potentilla silvestris*, *Geum urbanum* und *rivale* (an Gräben), mit *Epilobium angustifolium*, *Hieracium pratense*, *Cirsium palustre*, *Campanula patula* als Begleitpflanzen. Von Sträuchern sind in dieses Molinietum eingesprengt: *Salix aurita* und *pentandra*, *Populus tremula*, *Betula pubescens* und *verrucosa*, *Sambucus racemosa*, *Rhamnus frangula* und *Vaccinium uliginosum*. Die feuchten Plätze bilden ein aus verschiedenen Arten zusammengesetztes Caricetum, aus *Carex rostrata* (häufig), *C. paniculata* und *vesicaria* (seltener), *teretiuscula* und *Goodenoughi*, *Juncus acutiflorus*, *Equisetum palustre*, *Scirpus silvaticus*, *Eriophorum polystachium* (*E. vaginatum* fehlt!) und *Epilobium palustre* bestehend. Die trockenen Ränder dieses Caricetums sind mit allerlei Wiesenpflanzen bestanden, darunter *Trifolium hybridum*, *Cynosurus cristatus*,

Arrhenatherum elatior. Die niederste Vegetation, der Moosteppich, wird gebildet von: *Sphagnum cymbifolium*, *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum commune* und *strictum* (*Polytrichum gracile* fehlt!). Dagegen fand ich *P. juniperinum* an trockenen Grabenrändern.

Als Hochmoorpflanzen mögen aus den bisher genannten hervorgehoben werden: *Salix aurita*, *Betula pubescens*, *Vaccinium uliginosum*, *Sphagnum cymbifolium*, *Aulacomnium palustre*, sowie die Widertonmoose. Zu ihnen kommt aber noch ein ausgesprochenes Callunetum in der Mitte des Kugelmooses.

Besonders interessant ist ein größerer, 12 Jahre alter Stichgraben. Sein südliches, der Verlandung schon stark anheimgefallenes Ende trägt einen sehr üppigen Bestand von *Carex rostrata*, während sein größerer nördlicher Teil noch freies Wasser zeigt, in welchem *Potamogeton natans* und *pusillus* ihre Blätter wiegen und *Lemna minor* einen grünen Überzug bildet, während *Hypnum fluitans* mit *Ranunculus flammula* anfängt, einen Schwingrasen als Verlandungsdecke zu weben, *Carex canescens* den Rand mit ebenfalls verlandenden Bulten besetzt, *Polytrichum strictum* und *juniperinum* aber die trockenen Grabenränder bedecken. Von Algen fand ich in diesem Graben außerordentlich häufig *Closterium acerosum* und 1903 auch *Sphaerella pluvialis*.

Ein anderer Stichgraben ist mit *Carex acuta* und *paniculata* bestanden, welch letztere hier größere Bulte hervorbringt. In dem das Kugelmoos umgrenzenden Graben wachsen neben einigen Seggen (*Carex rostrata* und *Goodenoughi*) besonders *Sparganium erectum*, *Scirpus silvaticus*, *Glyceria fluitans*, *Alisma plantago*, *Lythrum salicaria*, *Lysimachia thyrsiflora* und *Filipendula ulmaria* var. *discolor*. — Der das Kugelmoos vom Salinenmoos trennende Graben enthält viel *Polygonum amphibium* var. *terrestre* und bekundet damit, daß auch dieses Gebiet einst vom großen Moorsee bedeckt war, auf dessen Oberfläche die Form *natans* ihre langgestielten Schwimmblätter wiegte.

7. Einige bemerkenswerte floristische Erscheinungen des Schwenninger Zwischenmoors.

Auffallend ist auf dem Schwenninger Moor das zahlreiche Vorkommen ausgesprochener Kieselpflanzen, welche den Dürrheimer Mooren gänzlich fehlen. Besonders reich an solchen zeigt sich, wenn wir die eigentlichen Hochmoorpflanzen (*Sphagnum*, *Drosera*, *Vaccinium oxycoccus*, *uliginosum*, *vitis idaea*, *Calluna vulgaris*), welche Sendtner auch zu den Kieselpflanzen zählt,

abrechnen, wie wir oben schon sahen, der westliche Rand gegen das Mooswäldle; aber auch am Hauptgraben unweit der Wasenhütte, sogar im Stich da und dort begegnen uns solche. Der Sandreichtum des westlichen, weniger des östlichen Moorrandes rührt wohl in erster Linie von tiefgreifender Verwitterung der bunten Mergel des Gipskeupers her. An manchen Stellen des Randes, besonders neben und hinter dem Mooswäldle, ist auch diluvialer Lehm nachgewiesen. Unter den Lehm mischten sich natürlich massenhaft die pflanzlichen und tierischen Reste der Seebewohner und erzeugten mit jenem sapropsammitische Bildungen.

Von „Kieselpflanzen" unseres Moors sind zu nennen: die Caryophyllaceen *Scleranthus annuus*, *Spergula arvensis*, *Spergularia rubra* (zuweilen auch im Stich), *Sagina procumbens* (häufig im Stich), *Sagina nodosa* (nur im Menyanthessumpf und seiner Fortsetzung) und *Malachium aquaticum* (in Gräben und grasigen Torfstichen); ferner *Nardus stricta*, *Rumex acetosella*, *Polygonum minus*, *Eriophila verna* und *Veronica verna* nördlich, *Gnaphalium uliginosum* und *Senecio silvaticus* östlich vom Mooswäldle, *Lycopodium clavatum* neben Moosweiher und auf der Dürrheimer Grenze.

Von diesen sogenannten Kieselpflanzen kommen, wie schon gesagt, mehrere im Stich vor (so *Scleranthus annuus*, *Sagina procumbens*, *Spergularia rubra*, *Malachium aquaticum*, *Rumex acetosella*), einige auch im trockenen Callunetum (wie *Lycopodium clavatum*), also in beiden Fällen an Örtlichkeiten, wo kein Sand sich vorfindet oder höchstens so viel, als einst bei Bildung des Moors durch den Wind hergeführt oder bei etwaigen Überrieselungen von den nahen Hügeln herab aufs Moor geschwemmt worden ist. Dieses Vorkommen ist ein klarer Beweis dafür, daß die Kieselpflanzen auch im Moor die Bedingungen für ihre Ernährung finden, wie solches schon von Sendtner, der sonst ganz in der von Unger herrührenden Theorie über Kiesel- und Kalkpflanzen lebte, zugegeben und nach Warming und anderen neueren Forschern ganz erklärlich ist. C. A. Weber gibt z. B. *Sagina nodosa*, das nach unserer Landesflora an sandigen Teichufern und auf Torfwiesen vorkommt, neben *Sphagnum*, *Hypnum exannulatum* und *stramineum*, *Vaccinium oxycoccus*, *Scheuchzeria*, *Menyanthes*, *Eriophorum*, *Lysimachia thyrsiflora*, *Comarum palustre*, *Cicuta virosa* und anderen Pflanzen als Bestandteil eines großen Schwingrasens auf dem Augstumalmoor im Memeldelta an. Ebenso führt der genannte Moorforscher, wie auch Warming, *Polytrichum juniperinum*, das ich in Württemberg und anders-

wo meist nur auf steinigem und sandigem Wald- und Heideboden gefunden habe und als dessen Standorte Migula in seiner Kryptogamenflora „sterilen, steinigen und sandigen Boden" bezeichnet, in den Pflanzenverzeichnissen des Hochmoors, sogar des Sphagnetums an. Zu den vorherrschenden Polytrichumarten auf dem Schwenninger Zwischenmoor, wie auf den Schonacher Hochmooren, gehört jedoch *Polytrichum juniperinum* entschieden nicht, sondern dieselben sind *P. strictum* und *gracile*. Wie aus den vorigen Abschnitten erhellt, kommt *P. juniperinum* nur auf trockenen, sandigen Stellen des Westrandes, auf Bulten vor dem Mooswäldle und am trockenen Rand eines Stichgrabens im Kugelmoos vor. Ähnlich verhält es sich mit *Aira flexuosa*, welche Sendtner als auf Sand und Moor vorkommend aufführt und welche am Westrande des Schwenninger Moors, wie schon bemerkt, einen großen Bestand bildet.

Aber nicht nur ausgesprochene Kieselpflanzen finden sich auf unserem Moor, sondern, freilich in geringerem Maße und nur an den Rändern, auch sogenannte Kalkpflanzen. Als eine solche ist schon oben das kalkholde, an den tiefen Grabeneinschnitten des Keuperhügels der Wasenhütte und um das Zollhaus herum vorkommende *Cirsium eriophorum* angeführt worden; ebenso *Tussilago farfara* am Hauptgraben und auf dem Ostrande. Daß es nach neueren Forschungen mit den sogenannten kalkliebenden und kalkfeindlichen (oder Kieselpflanzen) nicht ganz dieselbe Bewandtnis hat, wie einst Unger glaubte, wird weiter unten beim kalkreichen Dürrheimer Flachmoor und im ökologischen Teil über die Moorpflanzen dargetan werden. Hier sollen nur einige Erscheinungen des Schwenninger Moors verzeichnet werden, die mit dem größeren oder geringeren Nährstoff-, also auch Kalkgehalt des Bodens (als solcher gilt bei den Hydrophyten natürlich auch das Wasser) zusammenhängen.

Wie aus den oben geschilderten allgemeinen geologischen Verhältnissen unseres Zwischenmoors ersichtlich, enthält die Lettenkohlenstufe über den Schieferletten und dem Lettenkohlensandstein dolomitische und dolomitisch tonige Kalkbänke, also beide Karbonate, kohlensaure Magnesia und kohlensauren Kalk; noch mehr findet sich dieser in den bunten Mergeln des Gipskeupers. Unser Torfmoor, welches vorwiegend diesem angehört und nur westlich in den grauen Keuper eingreift, mußte also ursprünglich einen hohen Kalkgehalt haben, zumal an seinen in die Gipskkeupermergel übergehenden Rändern, wie dies noch jetzt in den Dürrheimer Flachmooren auf Unterwuhr und Ankenbuck der Fall ist.

Ein Beweis für den hohen Kalkgehalt der einstigen Seen, aus denen die Baarmoore sich entwickelt haben, ist die bedeutende Mächtigkeit des die Torfschichten unterteufenden Moorkalks und dessen Reichtum an Limnäenschalen, wie wir es in den Probelöchern und Grabeneinschnitten des Dürrheimer Ankenbuckmoors sehen können.

Bei der Weiterentwicklung des Schwenninger Moors, also beim Übergang des Flachmoors zum Hochmoor, wurde jedoch, wie oben gezeigt, der Mineralboden, besonders in der Mitte der Depression. von einer immer mehr anwachsenden Torfablagerung bedeckt, so daß seine Pflanzenwelt hier nicht mehr im mineralischen Untergrund. sondern nur noch im Torf wurzeln konnte und in bezug auf ihre Ernährung in viel höherem Maße auf das von meteorischen Niederschlägen herrührende, im Moor mit Humussäuren stark angereicherte und daher bräunlich gefärbte Wasser der Oberfläche oder der obersten Schichten angewiesen war, als auf das geringe Maß von Flüssigkeit, welches noch aus dem mineralischen Untergrund durch die mächtigen Torfschichten empordringen konnte. Jenes kaffeebraune Moorwasser, wie es der Hauptgraben und die beiden Moosweiher, besonders der größere, führen, ist natürlich arm an Kalk. doch durchaus nicht kalklos, wie die in ihm vorkommenden Schnecken und Muscheln beweisen und (zumal gegen das Randgebiet hin, am westlichen und südwestlichen Rande der beiden Weiher) auch nicht gerade arm an Pflanzennährstoffen, wie die in demselben wachsenden Rohrkolben und Binsen zeigen.

Die über der Landesgrenze auf Dürrheimer Markung, teilweise noch im Sphagnetum, aber schon gegen den Ausgang desselben gelegenen und wegen ihrer Tiefe mehr in den mineralischen Grund eingreifenden Torfwässer zeigen eine etwas hellere, wenn auch immer noch ziemlich bräunliche Farbe, also schon einen wenig höheren Kalkgehalt als die Moosweiher. Viel größer ist derselbe in den gegen den Keuperhügel, der das Schwenninger vom Unterwuhrmoor trennt, und gegen das Zollhaus gelegenen Sümpfen, deren hinterster zudem noch eine kalk- und eisenhaltige Quelle aufnimmt. Am größten aber erweist sich der Kalk- und also auch der Nährstoffgehalt in den Gewässern des Unterwuhr- und Dürrheimer Moors. Das Wasser des die Weiherwiesen durchziehenden Grabens, noch mehr das des Abflusses vom letztgenannten Moor ist fast ganz klar, sticht also bedeutend von der kaffeebraunen Moorbrühe des Moosweihers und des moorgeborenen Neckars ab.

Auf diese Tatsache, den Nährstoff- und damit auch den Kalkgehalt des Moorwassers betreffend, lassen sich sehr auffallende Verschiedenheiten in der Pflanzenwelt der nördlichen und südlichen Teile des Schwenninger-Dürrheimer Moos zurückführen. *Sphagnum* und *Drosera* sind dem Botaniker wie dem Geologen längst als Kennzeichen eines sehr kalkarmen Untergrundes bekannt, und diese Erfahrung ist durch mancherlei Versuche mit ihrer Kultur in botanischen Gärten bestätigt worden. Beide Pflanzen wachsen, wie schon mehrmals gesagt, auf Schwenninger, Dürrheimer und Villinger Markung unseres Moors in ausgedehnten Beständen und bilden ein großes, das Hochmoor charakterisierendes, freilich durch den Abbau vielfach gestörtes Sphagnetum. An der höchsten Erhebung des Moors, auf der Landesgrenze erreichen sie im Verein mit der Moosbeere *(Vaccinium oxycoccus)* ihre höchste Entfaltung, um bald gegen den zum Gipskeuper verlaufenden Rand aufzuhören. Unterwuhr- und Dürrheimer Moor, an welch letzterem durch Sauer bei Aufnahme der geologischen Karte in geringer Tiefe Kalk festgestellt ist, der auch zurzeit in Entwässerungsgräben und Probelöchern als Moorkalk zutage tritt, zeigen keine Spur von *Sphagnum*, *Drosera* und *Vaccinium oxycoccus*, ebensowenig von *Polytrichum*, *Vacc. uliginosum* und *myrtillus;* ihre Moose und höheren Gewächse geben ihnen den Charakter reiner Flachmoore mit mineralischem, nährstoffreichem Untergrund, was auch aus der weiter unten folgenden Zusammenstellung ihrer Pflanzenarten klar ersichtlich ist.

Auch mehrere Algen, ja sogar die mikroskopische, teilweise auch die mittlere Tierwelt, z. B. die Mollusken, lassen die beregten Unterschiede hervortreten. Im Schwenninger Moosweiher ist von Characeen nur *Chara fragilis* und zwar in kurzen Rasen vorhanden und zeigt bei mikroskopischer Untersuchung die Protoplasmaströmungen wunderschön, zum Beweis, daß sie hier nicht mit Kalk inkrustiert ist. In den an der Landesgrenze gegen Dürrheim gelegenen Weihern bildet diese schöne Alge prächtige Bestände gleich unterseeischen Wiesen; ihre „Blättchen" lassen noch deutlich die Protoplasmaströmungen durchschimmern, aber doch nicht mehr so rein und schön wie die Pflanzen des Schwenninger Moosweihers. Auch tritt in jenen Weihern häufig ein zweites, viel größeres Armleuchtergewächs auf, *Chara hispida*, das sich schon wegen seiner zahlreichen Stacheln, aber auch wegen seines, wenn auch hier noch schwächeren Kalküberzugs viel härter anfühlt als *Chara fragilis* vom Moosweiher. Das eigentliche Dürrheimer Moor besitzt kein Exemplar mehr von *Chara fragilis*, da-

gegen massenhaft *Ch. hispida* und zwar mit ziemlich starker Kalkinkrustation.

Cladophora fracta, eine gemeine Confervacee, die schon bei bloßer Berührung durch ihre Härte (diese rührt jedoch nicht bloß vom Kalkgehalt, sondern auch von vielen epiphytisch auf ihr lebenden Diatomeen her) auffällt und die in nährstoffreichem, also gewöhnlich auch kalkhaltigem Wasser überall bald sich einstellt, fand ich auf dem Schwenninger Moor (auch auf den zu Villingen und Dürrheim gehörigen Teilen) nirgends, massenhaft jedoch in den Rohrbeständen des Dürrheimer Moors. Auffallend könnte ihr Vorkommen im Neckarursprung erscheinen, der, wie oben gesagt wurde, Wasser vom Torfmoor führt. Allein dies beweist nichts gegen die oben angeführte Tatsache. Der dem Moor entsprungene Neckar durchbricht hinter der ehemaligen Saline den sogenannten Lettbühl, einen Keupermergelhügel, und nimmt auch den aus den Riedwiesen vor dem Dickenhardt kommenden, gleichfalls die bunten Mergel des Gipskeupers durchfließenden Graben, zuletzt noch das von der mit Muschelkalk beschlagenen Landstraße abrinnende Wasser auf.

Eunotia arcus, eine Bacillariacee, wird in den Algenwerken mit dem Beisatz „in kalkhaltigem Wasser verbreitet“ angegeben. Ich fand sie auf dem eigentlichen Schwenninger Moor nie, häufig jedoch auf dem Dürrheimer, ferner im Neckarursprung und im Abzugsgraben des Erlensumpfes beim Zollhaus. Aus letzterem, dessen Wasser nach obigen Darlegungen reich an Pflanzennährstoffen, besonders auch reich an Kalk ist, erhielt ich auch die dem Torfmoor sonst fehlende *Cymatopleura solea*, die ich stets nur in nährstoffreichem Wasser, z. B. in der oben genannten Wiesenquelle beim Dickenhardt, getroffen habe. Daß die Sümpfe beim Zollhaus nicht wenig Kalk führen, beweist neben anderem auch die Häufigkeit von *Hypnum falcatum* und das Vorkommen von *Philonotis fontana*, sogar von *calcarea*, welche sämtlich kalkhaltiges Wasser lieben, in denselben.

Noch einige andere bemerkenswerte Erscheinungen hinsichtlich der Verbreitung der Pflanzen auf unserem Moor verdienen hervorgehoben zu werden. Manches Vorkommen mag wohl auch daraus erklärt werden, daß die betreffenden Pflanzen eben gerade dieses Gebiet erobert und im Kampf ums Dasein gegen Mitbewerber behauptet haben. Ein anderer Grund läßt sich z. B. kaum finden dafür, daß die Gattung *Typha* den großen Moosweiher an seinen flacheren Stellen fast ganz besetzt hat, während der benachbarte kleine Weiher unter ganz ähnlichen Verhältnissen nur am Südende

von *Typha*, sonst größtenteils von *Equisetum limosum* bestanden ist. — Ebenso sehen wir auf dem kalk- und nährstoffreichen Dürrheimer Moor einige Sümpfe ziemlich dicht mit Rohrkolben bewachsen, während daneben andere reine Schilfrohrdickichte bilden, wieder andere unterseeische Wiesen mit *Chara hispida* darstellen und noch andere mit einer bodenständigen Vegetation von *Hippuris vulgaris* und einer schwimmenden von *Utricularia vulgaris* besiedelt sind. Jedenfalls kommt hier aber doch auch der größere oder geringere Gehalt des Bodens an Nährstoffen, zumal an Kalk, vielleicht auch der Sapropelgehalt desselben und daneben noch die Tiefe des Wassers in Betracht. *Phragmites* liebt ziemlich tiefes, nährstoff-, also auch kalkreiches Wasser.

Interessant ist die Verschiedenheit der Vegetation zweier benachbarter Sümpfe südlich vom Mooswäldle auf Villinger Markung. Beide gehören östlich von der Verwerfungsspalte derselben Mulde an. In dieser Einsenkung hat sich diluvialer Lehm angesammelt, unter dessen Mineralfragmenten Quarzkörner bei weitem vorherrschen; die Lehmschichte ist jedoch von Sapropel überlagert, das freilich hier noch keine große Mächtigkeit erreicht. Der größere nordwestliche, in der Bucht des Keuperhügels gelegene Sumpf ist, wie oben mitgeteilt, vorzugsweise mit *Menyanthes trifoliata*, *Sagina nodosa*, *Carex flava*, *Orchis latifolia* und *incarnata*, *Parnassia palustris* und *Lythrum salicaria* bestanden, der kleinere südöstliche hauptsächlich mit *Hippuris vulgaris*, *Oenanthe aquatica* und *Ranunculus aquatilis* var. *submersus*. Von diesen beiden Pflanzenvereinen kommen die beiden erst- und die beiden letztgenannten Arten nur hier auf dem Moore vor. Der erste, weiter oben gelegene Sumpf ist viel seichter, weil schon viel mehr verlandet, als der zweite, sein Untergrund noch etwas sandig und daher für das nette Sandbräutlein (*Sagina nodosa*) ein ganz passender Standort. Dieses läßt sich bis an den zweiten, tiefer gelegenen Sumpf verfolgen, kann aber, wie *Menyanthes*, *Orchis* und die andern im ersten Sumpf wachsenden Pflanzen, in den letzteren schon wegen seiner Tiefe nicht hineingehen. Zudem hat dieser mehr gegen das Innere des Moors gelegene kolkartige Sumpf bei ähnlicher Beschaffenheit des ursprünglichen Grundes eine mächtigere Sapropelablagerung und ist für den auf unserem Moor nur hier vorkommenden, am reichsten und schönsten aber auf dem Dürrheimer Moor sprossenden Tannenwedel und seine oben genannten Begleiter sehr geeignet. *Hippuris* kommt jedoch hier vorzugsweise nur als var. *fluviatilis* mit schlaffem, untergetauchtem

Stengel und langen schlaffen Blättern vor, da das tiefe, bei höherem Stande schwach strömende Wasser diese Form bedingt. Bei weiter gehender Erhöhung des Grundes geht die flutende schlaffe Form in die aufrechte Stammform über, welche wir auch an seichteren Stellen des Dürrheimer Moors häufig finden.

Myriophyllum fehlt dem Schwenninger Moor gänzlich, da ihm seine Gewässer wohl nicht nährstoffhaltig genug sind. Nach Sendtner findet sich *M. verticillatum* in der Form *pectinatum* in Gräben der südbayerischen Moore, wiewohl selten; nach C. A. Weber *M. spicatum* im Phragmitetum der Umgebung des Augstumalmoors im Memeldelta. Nach längerem Suchen entdeckte ich im Dürrheimer Moor in der Nähe des großen Rohrsumpfs *M. verticillatum* nebst *Ranunculus aquatilis f. submersus*, und Herr Forstmeister Bilfinger fand in einem mit obigem Tausendblatt besetzten Glase prächtige Bryozoenstöcke von *Fredericella sp.?* daran.

Alnus glutinosa findet sich als letzter Rest eines ehemals wohl sehr ausgedehnten Bruchwaldes am Ende des Sumpfes beim Zollhaus, nahe der in denselben fließenden Quelle; *Jasione perennis* nur auf trockener Weide des Keuperhügels „Im Moos"; *Lemna trisulca*, reichliche Nahrung beanspruchend, nur auf dem Dürrheimer Moor, spärlich auch im Tannenwedelsumpf, die genügsamere *L. minor* auf beiden Mooren. *Phragmites communis* kann wie *Lemna trisulca* in rechter Üppigkeit nur in den nahrungsreichen Gewässern des Dürrheimer Moors leben und bildet hier noch ausgedehnte, hohe, tiefgründige Bestände, die sich schon aus der Ferne geltend machen, wie auch die aus den benachbarten Wiesen und Äckern vereinzelt hervorragenden Schilfstengel beredte Zeugen eines einstigen, diese Niederung erfüllenden Sees sind, der durch ein Arundinetum seine schließliche Verladung fand. Die schmächtigen, gewöhnlich nicht blühenden Halme an der Quelle des Erlensumpfes und ein, freilich kaum mehr diesen Namen verdienendes Phragmitetum am Ostrande des Schwenninger Zwischenmoors zeigen deutlich genug, daß das Schilfrohr an beiden Orten dem völligen Untergang entgegengeht.

Auf dem Dürrheimer Flachmoor ist auch das ebenfalls anspruchsvolle rohrartige Glanzgras *(Phalaris arundinacea)* häufig, während sich auf dem Schwenninger Zwischenmoor und im hintersten Sumpf nur Spuren desselben finden. *Carex pseudocyperus*, nahrungsreichen, mineralischen Untergrund beanspruchend, steht nur an der Dürrheimer Grenze und auf dem Ankenbuckmoor. *Sparganium minimum* wird von Warming nicht ganz mit Recht als Hochmoorpflanze aufgeführt.

Nach Früh-Schröter und Hegi (Illustrierte Flora von Mitteleuropa) steigt sie unter allen Igelkolbenarten am höchsten, spielt bei der Verlandung der Alpenseen eine bedeutende Rolle und kommt in den Schweizer Mooren an Bächen und Flüssen, in alpinen Flachmooren und Teichen, besonders auch in wasserführenden Stichen und zwar überall als Verlanderin vor. Als solche muß sie auch in den von Stichen herrührenden Weihern des Schwenninger Zwischenmoors (dem Dürrheimer Flachmoor fehlt sie!), in dem Moosweiher und den Weiherwiesensümpfen, welche zwar in der Zone des Flachmoors, jedoch an der Grenze des Sphagnetums liegen, bezeichnet werden. Seine entschieden dem nährstoffreichen Flachmoor angehörigen Schwestern, *Sparganium erectum* und *simplex*, finden sich in Gräben des Schwenninger und Dürrheimer Moores. Ebenso gehören der im Quellsumpf beim Zollhaus vorkommende *Senecio spatulifolius*, wie auch die mehr auf der vorderen Hälfte des Schwenninger (in beiden Moosweihern und im Salinenmoos), aber auch im Dürrheimer Ankenbuckmoor wachsende *Lysimachia thyrsiflora*, sowie ihre Schwester *L. vulgaris*, welche die Sümpfe beim Zollhaus und das Dürrheimer Moor ziert, ausschließlich dem Flachmoore an.

Serratula tinctoria findet sich auf dem Schwenninger Moor nur im Mooswäldle und seiner nächsten Umgebung, im eigentlichen Moor nicht, häufig dagegen im Dürrheimer Moor und zwar auffallenderweise auch an ganz nassen Stellen. *Gentiana verna* und *Saxifraga granulata*, jene mehr hygrophil, diese mehr xerophil, wachsen auf dem Gipskeuperhügel der Wasenhütte, erstere auch am östlichen und südwestlichen Moorrand, beim Hülbenwald und Zollhaus; *Epipactis palustris* hat nur einen sehr beschränkten Standort im ausgehenden Sphagnetum auf Dürrheimer Markung, und das kalkholde *Cirsium eriophorum* besetzt den Neckar- und den anderen Graben bei der Wasenhütte und einige steinige Plätze ums Zollhaus.

Utricularia minor ist in beiden Moosweihern, in Gräben, Sümpfen und Weihern an der Dürrheimer Grenze häufig, blüht aber in diesen nährstoffarmen Gewässern nie; *Utricularia vulgaris* hält im nährstoffarmen Wasser des Hochmoors nicht aus, wenn auch, wie ich im kleinen Moosweiher beobachtete, ihre Winterknospen oder Hibernakeln (wahrscheinlich durch Wasservögel) dorthin verschleppt werden. Sie kommt auf der Grenze der Schwenninger und Dürrheimer Markung vor, blüht aber hier nur am Rande des Moors gegen den dasselbe vom Unterwuhrmoor trennenden Gipskeuperhügel; am üppigsten gedeiht, blüht und fruchtet sie jedoch auf dem eigentlichen Dürrheimer

Moor. Endlich wächst von den beiden einander sehr ähnlichen Doldenpflanzen *(Peucedanum palustre* und *Selinum carvifolia)* erstere, nach Sendtner und Weber dem Flachmoor angehörig, vorzugsweise auf dem Schwenninger Anteil (meist an Stichgräben, wohl auch in nicht oder nur schwach mineralischem Untergrund), letztere (nach Sendtner in Südbayern in Hoch- und Flachmooren verbreitet, von Weber im Augstumalmoor nicht angegeben) fast ausschließlich im Mooswäldle und Villinger Hochmooranteil, meist an trockeneren Stellen als *Peucedanum palustre;* den Dürrheimer Mooren fehlen beide. Das große Schweizer Moorwerk von Früh-Schröter führt diese Umbelliferen ganz übereinstimmend als Flachmoorgewächse mit denselben Standorten an: Wald-, Inundations-, Quell- und Gehängemoore, sowie das Molinietum.

V. Vergleichung der Schwenninger Moorflora mit derjenigen der südbayerischen, unserer oberschwäbischen und zweier norddeutscher Moore.

Da unsere großen oberschwäbischen Moore noch nicht zusammenfassend bearbeitet sind, so konnte ich sie nur in zweiter Linie zum Vergleich mit dem Schwenninger Moor heranziehen. Schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden die südbayerischen, unsern oberschwäbischen sehr nahe gelegenen und darum auch sehr ähnlichen Moore von Sendtner eingehend untersucht. Vergleichen wir die von ihm über dieselben aufgestellten Pflanzenlisten mit der des Schwenninger Zwischenmoors, so ergibt sich im wesentlichen eine große Übereinstimmung.

1. Die Vegetation der vorzugsweise zum Flachmoor gehörigen Ränder des letzteren setzt sich auf Grund unserer Feststellungen hauptsächlich aus folgenden Pflanzen zusammen: *Marchantia polymorpha*; *Sphagnum subsecundum; Hypnum fluitans, exannulatum. aduncum, stellatum, stramineum, falcatum; Climacium dendroides. Camptotherium nitens, Philonotis fontana, calcarea* und *caespitosa. Aulacomnium palustre; Bryum bimum, Polytrichum commune, juniperinum* und *strictum.*

Equisetum palustre und *limosum. (Aspidium thelypteris* fehlt!)

Triglochin palustris, Typha latifolia; *Sparganium minimum* und *erectum; Aira flexuosa, Molinia caerulea, Nardus stricta, Festuca ovina, Heleocharis palustris, acicularis* und *uniglumis, Scirpus Tabernaemontani, Eriophorum polystachium* und *latifolium. Carex paniculata.*

teretiuscula, *echinata*, *acuta*, *canescens*, *Goodenoughi*, *pseudocyperus*, *flava*, *panicea*, *rostrata*, *vesicaria*.

Juncus glaucus, *Leersi* und *acutiflorus*, *Luzula multiflora*; *Orchis latifolia*, *incarnata*, *Epipactis palustris*.

Populus tremula, *Salix repens*, *pentandra*, *cinerea*, *aurita*; *Betula verrucosa* und *pubescens*, *Alnus glutinosa*.

Rumex acetosella, *Polygonum bistorta*, *Coronaria flos cuculi*, *Dianthus deltoides*, *Sagina nodosa* und *procumbens*, *Spergula arvensis*, *Spergularia rubra*, *Scleranthus annuus*.

Caltha palustris, *Trollius europaeus*, *Ranunculus flammula*, *aquatilis* und *sceleratus*; *Nasturtium palustre*, *Parnassia palustris*, *Saxifraga granulata*; *Pirus aucuparia*, *Potentilla silvestris*, *Comarum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Sanguisorba officinalis*; *Lotus uliginosus*, *Linum catharticum*, *Polygala amara*, *Rhamnus frangula* (auch dem Hochmoor angehörig), *Viola palustris*.

Lythrum salicaria, *Epilobium palustre*, *Hippuris vulgaris*, *Silaus pratense*; *Oenanthe aquatica*, *Selinum carvifolia*, *Peucedanum palustre*; *Lysimachia thyrsiflora* und *vulgaris*, *Menyanthes trifoliata*, *Gentiana verna*.

Scutellaria galericulata, *Mentha grata*, *aquatica* var. *verticillata* und *sativa*, *Veronica scutellata*, *Euphrasia stricta* Host, *Alectorolophus minor*, *Pedicularis palustris*, *Utricularia minor* und *vulgaris*, *Galium palustre* und *uliginosum*.

Bidens cernuus, *Gnaphalium uliginosum*, *Senecio spatulifolius*, *Serratula tinctoria*, *Leontodon hastilis*.

Wie auf den ersten Blick ersichtlich, sind weit nicht alle hier aufgeführten Gewächse ausschließlich Moorpflanzen. Sendtner nennt S. 628 aus Südbayern als Wiesenmoorpflanzen noch: *Lathyrus palustris*, + *Veronica anagallis*, + *Senecio aquaticus* (auch auf den Wiesen an der stillen Musel hinter Dürrheim vorkommend) und + *paludosus*. + *Gentiana pneumonanthe*, + *Gratiola officinalis*, *Pedicularis sceptrum Carolinum*, *Armeria purpurea*, + *Betula humilis*, + *Spiranthes aestivalis*, + *Liparis Loeseli*, + *Iris sibirica*, + *Allium suaveolens*, *Juncus triglumis*, + *Schoenus nigricans* und + *ferrugineus*, + *Cladium mariscus*, + *Rhynchospora fusca*, + *Eriophorum gracile*, *Carex Gaudiniana*, + *dioica*, + *pulicaris*, + *paradoxa*, + *heleonastes*, + *Hornschuchiana*, + *capitata*, + *filiformis*, + *disticha*, *Buxbaumi*; *Glyceria aquatica*.

Von diesen auf dem Schwenninger Moor nicht gefundenen Arten kommen die mit + bezeichneten in unseren oberschwä-

bischen Mooren vor, *Carex Buxbaumi* nach Döll auf dem hinter Donaueschingen liegenden Pfohrener Ried; *Armeria purpurea* traf ich auf dem Wollmadinger Ried bei Konstanz. Sendtner führt auf den südbayerischen Flachmooren als Kalkpflanze auch die bekannte Alpenpflanze *Primula auricula* an, welche im Schwenninger wie in unseren oberschwäbischen Mooren gänzlich fehlt. Dagegen ist die nach ihm bodenvage *Primula farinosa* auf unseren oberschwäbischen Mooren häufig, wurde auch von E. Lechler früher auf dem Schwenninger Moor gefunden und kommt jetzt noch auf den torfigen Wiesen zwischen Dürrheim und Donaueschingen vor. *Pinguicula vulgaris*, auf den bayerischen Wiesenmooren häufig, ebenso auf unseren oberschwäbischen und den Bodenseerieden, zierte früher auch noch das Schwenninger Moor mit seinen bleichen, insektenfressenden Blattrosetten und blauen Maskenblüten, ist aber nun leider nicht mehr vorhanden.

2. Dem eigentlichen Hochmoor gehören an:

Cladonia rangiferina, coccifera und *macilenta*, sämtliche Arten von *Sphagnum* mit Ausnahme von *Sph. subsecundum; Hypnum stramineum, Aulacomnium palustre, Bryum Duvali*; *Polytrichum gracile, commune* und *strictum, Aspidium spinulosum.*

Molinia caerulea, Aira flexuosa, Nardus stricta, Eriophorum vaginatum (*Scirpus caespitosus* fehlt!), *Juncus acutiflorus, J. Leersi, Salix cinerea, livida, aurita* und *repens* (die drei letzteren dem Übergang vom Flach- zum Hochmoor, aber auch diesem selbst angehörig), *Betula pubescens, Drosera rotundifolia, Parnassia palustris* (schon im Zwischenmoor), *Viola palustris* (Zwischenmoor), *Rhamnus frangula* (schon im Zwischenmoor), *Peucedanum palustre* und *Selinum carvifolium* (Zwischenmoor), *Andromeda polifolia* (vor nicht langer Zeit im Schwenninger Moor noch vorhanden, dann ganz ausgerottet, jetzt wieder angepflanzt), *Vaccinium oxycoccus, myrtillus, uliginosum* und *vitis idaea, Calluna vulgaris, Jasione perennis.*

Sendtner nennt von den südbayerischen Mooren noch: + *Pinus montana* (dem Flachmoor gänzlich fehlend, auf den Schwarzwaldhochmooren reichlich), + *Drosera anglica* und *intermedia*, + *Alsine stricta*, + *Sedum villosum*, + *Saxifraga hirculus*, + *Cicuta virosa* var. *tenuifolia, Trientalis europaea, Betula nana*, + *Calla palustris*, + *Malaxis paludosa, Juncus stygius, filiformis* und *squarrosus*, + *Rhynchospora alba*, + *Carex pauciflora*, + *limosa*, + *Leersia oryzoides.*

Die mit + gekennzeichneten Arten finden sich auch in unseren oberschwäbischen Mooren; *Juncus squarrosus* und *filiformis* sind Bewohner der Schwarzwaldhochmoore (auch der Schonacher), wie

auch *Carex pauciflora*, die aber auch in den oberschwäbischen Mooren vorkommt.

Wie nach SENDTNER den südbayerischen Mooren, so fehlen auch dem Schwenninger Moor folgende auf den norddeutschen Mooren vorkommende Arten: *Hydrocotyle vulgaris* (in Oberschwaben an wenigen Stellen auf Sumpfboden), *Rubus chamaemorus*, *Arctostaphylos officinalis*, *Erica tetralix*, *Ledum palustre*, *Empetrum nigrum*, *Myrica gale*, *Orchis elodes*, *Narthecium ossifragum*, *Carex curta*, *Aira caespitosa?* (SENDTNER fand sie im Hochmoor, hält sie aber für einen Wiesenflüchtling; im Schwenninger Moor nicht gefunden!), *Calamagrostis lanceolata*, *Avena praecox*.

Im August 1905 hatte ich Gelegenheit, zwei ostfriesische Hochmoore flüchtig kennen zu lernen, das Dietrichsfelder in der Nähe von Aurich und das Veenhuser Moor in der Gegend von Leer, deren Flora ich in Kürze mit der des Schwenninger Moors vergleichen möchte.

In erster Linie fällt dem Besucher der genannten Moore auf, daß sie auf sandigem Untergrund aufgebaut sind. Es ist Diluvialsand mit viel Feuersteinen und größeren Findlingen (meist Granitblöcken); eine undurchlässige Schicht unter demselben gab Veranlassung zur Vermoorung.

Wegen Zeitmangel konnte ich die Mikroorganismen dieser Moore nur wenig berücksichtigen. Auffallend waren mir folgende Erscheinungen. Im Flachsmeer bei Veenhusen traf ich massenhaft den seltenen Flagellaten *Rhaphidiomonas (Gonyostomum) semen*, der im systematischen Teil beschrieben werden soll, ebenfalls häufig *Hymenomonas roseola*, seltener *Dinobryon stipitatum*; ferner *Rhaphidium longissimum* (sehr häufig), *Micrasterias truncata* (je und je), *Gymnozyga (Bambusina) Brebissoni* (häufig). Außerordentlich zahlreich tritt auf diesem Moor, besonders im Wolfsmeer und den umliegenden Gräben und Lachen *Batrachospermum vagum* auf. Aus dem Dietrichsfelder Moor, das in dem von mir besuchten Teil wenig Wasser hat, erhielt ich die seltene *Ulothrix moniliformis* KÜTZG.

Galera hypni var. *stagnorum* steht wie im Schwenninger, so auch in diesen Mooren überall häufig im Sphagnetum. Unter den Moosen herrschen *Sphagnum* und *Polytrichum* vor; *P. juniperinum* ist hier viel häufiger als im Schwenninger Moor. Die oberste, meist über $^1/_2$ m mächtige hellbraune Torfschicht bekundet sich schon dem bloßen Auge als lockerer Moostorf, in welchem die Sphagnen noch sehr gut erhalten sind, wie ich es im Schwenninger Moor nie so

auffallend sah. *Leucobryum glaucum*, letzterem fehlend, tritt hier häufig auf. Pteridophyten und Lycopodiaceen kommen in mehr Arten und Individuen vor als im Schwenninger Moor, die ersteren mehr in den Gräben des Randes, die letzteren mitten im Moor. Unter jenen ist hervorzuheben der stattliche Königsfarn *(Osmunda regalis)*.

Potamogeton natans (Schwenningen) fand ich in den Moorgräben von Veenhusen durch *P. polygonifolius* vertreten. *Scheuchzeria palustris* fehlt den in Rede stehenden ostfriesischen Mooren (hier wahrscheinlich wegen großer Austrocknung) wie unserem schwäbischen Moor; ebenso *Aira caespitosa*. Auf dem Dietrichsfelder Moor ist in den Randpartien die unscheinbare, kaum fingerlange, um diese Zeit schon ganz abgestorbene, einjährige *Avena praecox* außerordentlich häufig; dagegen fand ich *Eriophorum vaginatum* hier nicht — ein Beweis von sehr weit vorgeschrittener Austrocknung.

Was aber den Hauptunterschied beiderlei Moore, des süddeutschen und der norddeutschen, in bezug auf die Pflanzendecke ausmacht, das sind in letzteren die schönen Rhynchosporeten (Charakterpflanze *Rhynchospora alba*) am Rande der Seen (hier Meere genannt) und auf anderen nassen Stellen und die prächtigen Ericaleto-Calluneten, in denen die zierliche *Erica tetralix* seltener allein, meist mehr oder weniger mit *Calluna vulgaris* gemischt, große Bestände bildet, während *Ledum palustre* wie in Schwenningen fehlt; ferner die Häufigkeit der merkwürdigen Doldenpflanze *Hydrocotyle vulgaris* in Moorgräben und an anderen feuchten Stellen; endlich das Vorkommen des weidenähnlichen **Gagelstrauchs** *(Myrica gale)*, im Veenhuser Moor sehr häufig, vom Rande bis tief in die Sümpfe hineingehend, im stark entwässerten Dietrichsfelder Moor nur in den feuchteren Randgebieten vorkommend. Merkwürdig ist, daß wo der Gagelstrauch vorherrscht, die Weiden zurücktreten. Ob diese Erscheinung ihre Erklärung nur im Kampf ums Dasein findet oder edaphische Ursachen hat?

In folgender Tabelle sind die charakteristischen Pflanzen der zu vergleichenden Moore aufgeführt. Beim Schwenninger Moor bedeutet FM Flach-, HM Hochmoor, bei den ostfriesischen Mooren D Dietrichsfeld, V Veenhusen. Die Ziffern 1, 2 und 3 in den Spalten bezeichnen den Grad der Häufigkeit: 1 = selten, 2 = ziemlich häufig, 3 = häufig, während 3 Punkte das Fehlen der Art andeuten. Bei den ostfriesischen Mooren hat dieses Zeichen freilich nur relativen Wert, da ich dieselben nicht vollständig kenne. Der Buchstabe R bedeutet hier den Rand, der vielfach Flachmoorcharakter hat.

	Schwenningen		Ostfriesland	
	FM	HM	D	V
1. *Galera hypni* var. *sphagnorum*	. . .	3	3	3
2. *Cladonia rangiferina*	3	3	3	3
3. „ *coccifera*	1	2	3	3
Cetraria islandica	. . .	. . .	. . .	. . .
4. *Sphagnum cymbifolium*	. . .	3	3	2
5. „ *cuspidatum*	. . .	3	3	3
6. *Polytrichum commune*	. . .	2	3	3
7. *Leucobryum glaucum*	. . .	. . .	2	2
8. *Ceratodon purpureus*	3	2	2	2
9. *Aspidium spinulosum*	. . .	2	2	2
10. „ *dilatatum*	. . .	. . .	2 R	2 R
11. *Polypodium vulgare*	. . .	. . .	1 R	. . .
12. *Osmunda regalis*	. . .	. . .	1 R	1 R
13. *Blechnum spicant*	. . .	. . .	2 R	2 R
14. *Lycopodium clavatum*	. . .	2	. . .	. . .
15. „ *inundatum*	. . .	. . .	3	1
16. „ *selago*	. . .	. . .	1	1
17. *Juniperus communis*	1	. . .	2 R	. . .
18. *Typha angustifolia*	. . .	. . .	. . .	1 R
19. „ *latifolia*	3	. . .	. . .	. . .
20. *Sparganium minimum*	2	2	. . .	. . .
21. *Potamogeton natans*	3	1	. . .	. . .
22. „ *polygonifolius*	. . .	. . .	. . .	2 R
23. *Zannichellia palustris*	. . .	. . .	. . .	1 R
Scheuchzeria palustris	. . .	. . .	. . .	. . .
24. *Triglochin palustris*	3	1	2	2
25. *Sagittaria sagittifolia*	. . .	. . .	. . .	2 R
26. *Butomus umbellatus*	. . .	. . .	. . .	2 R
27. *Stratiotes aloides*	. . .	. . .	. . .	2 R
28. *Hydrocharis morsus ranae*	. . .	. . .	. . .	2 R
29. *Phalaris arundinacea*	1	. . .	. . .	. . .
30. *Anthoxanthum odoratum*	3	1	2	2
31. *Agrostis canina*	3	2	3	3
32. *Calamagrostis epigeios*	. . .	. . .	2	2
Aira caespitosa	. . .	. . .	. . .	. . .
33. „ *flexuosa*	3	2	2	2
34. *Avena praecox*	. . .	. . .	3	2
35. *Phragmites communis*	1	. . .	. . .	. . .
36. *Triodia decumbens*	3	2	3	2
37. *Molinia caerulea*	3	2	3	2
38. *Festuca ovina* var. *duriuscula*	2	1	3	1
39. *Nardus stricta*	3	1	2	2
Cladium mariscus	. . .	. . .	. . .	. . .
40. *Rhynchospora alba*	. . .	. . .	2	3

	Schwenningen		Ostfriesland	
	FM	HM	D	V
41. *Rhynchospora fusca*	. . .	. . .	?	1
42. *Heleocharis acicularis*	2	. . .	1	2
43. *Scirpus caespitosus*	. . .	. . .	1	?
„ *lacustris*	. . .	. . .	. . .	. . .
44. „ *Tabernaemontani*	3	. . .	. . .	. . .
45. *Eriophorum vaginatum*	. . .	3	?	2
46. „ *polystachium*	3	2	2	2
47. *Carex Goodenoughi*	3	2	2	2
48. „ *panicea*	2	. . .	2	2
49. „ *rostrata*	3	2	2	3
50. *Lemna minor*	3	2	1	1
51. *Juncus Leersi*	3	3	3	3
52. „ *acutiflorus*	3	2	. . .	. . .
53. „ *supinus*	2	1	2	2
54. „ „ var. *uliginosus*	. . .	. . .	3	2
55. „ *squarrosus*	. . .	. . .	2 R	3 R
56. *Narthecium ossifragum*	. . .	. . .	?	2
57. *Iris pseudacorus*	. . .	. . .	. . .	1 R
„ *sibirica*	. . .	. . .	. . .	. . .
58. *Myrica gale*	. . .	. . .	1	3
59. *Salix aurita*	2	3	2	2
60. „ *cinerea*	3	2	?	1
61. „ *repens*	3	3	2	2
62. *Populus tremula*	3	2	2	2
63. *Betula pubescens*	2	3	3	3
64. „ *verrucosa*	2	. . .	. . .	. . .
„ *nana*	. . .	. . .	. . .	. . .
65. *Rumex acetosella*	3	2	3	2
66. *Dianthus deltoides*	3	. . .	. . .	. . .
67. *Sagina procumbens*	2	3	3	3
68. „ *nodosa*	2	. . .	. . .	. . .
69. *Spergula arvensis*	2	1	3 R	3 R
70. *Spergularia rubra*	2	2	2 R	2 R
71. *Corrigiola litoralis*	. . .	. . .	1 R	?
72. *Scleranthus annuus*	3	2	2 R	2 R
73. *Ranunculus flammula*	3	3	2	2
74. *R. flammula* var. *reptans*	2	. . .	. . .	. . .
75. *Ranunculus sceleratus*	2	1	1 R	1 R
76. *Drosera rotundifolia*	. . .	3	2	2
77. „ *anglica*	. . .	. . .	. . .	2
78. „ *intermedia*	. . .	. . .	2	3
79. *Parnassia palustris*	3	1	?	?
80. *Pirus aucuparia*	2	3	3	3
81. *Rubus idaeus*	3	1	. . .	. . .

	Schwenningen		Ostfriesland	
	FM	HM	D	V
82. *Rubus plicatus*	. . .	. . .	3	3 R
83. *Potentilla silvestris*	3	3	2	2
84. *Comarum palustre*	2	3	?	2
85. *Genista anglica*	. . .	. . .	1 R	1 R
86. *Vicia cracca*	2	. . .	2 R	2 R
87. *Radiola linoides*	. . .	. . .	3	2
88. *Callitriche vernalis*	. . .	. . .	?	1 R
89. *Empetrum nigrum*	. . .	. . .	2	?
90. *Rhamnus frangula*	3	2	?	?
91. *Viola palustris*	2	3	2	2
92. *Hippuris vulgaris*	1	. . .	. . .	. . .
93. *Hydrocotyle vulgaris*	. . .	. . .	3	3
94. *Oenanthe aquatica*	1	. . .	2 R	2 R
95. *Peucedanum palustre*	3	2	?	2 R
Ledum palustre	. . .	. . .	. . .	. . .
96. *Andromeda polifolia*	. . .	. . .	2	3
97. *Vaccinium oxycoccus*	. . .	2	2	3
98. „ *vitis idaea*	1	. . .	. . .	. . .
99. „ *myrtillus*	2	. . .	1 R	. . .
100. „ *uliginosum*	2	3	. . .	. . .
101. *Erica tetralix*	. . .	. . .	3	3
102. *Calluna vulgaris*	2	3	3	3
103. *Hottonia palustris*	. . .	. . .	1 R	1 R
104. *Lysimachia thyrsiflora*	3	. . .	?	1 R
105. *Gentiana pneumonanthe*	. . .	. . .	2	1
106. *Menyanthes trifoliata*	1	. . .	?	1
Trientalis europaea	. . .	. . .	. . .	. . .
107. *Scutellaria galericulata*	2	. . .	. . .	. . .
108. *Mentha grata*	1	. . .	. . .	. . .
109. „ *sativa* var. *verticillata*	3	2	2	2
110. *Veronica scutellata*	3	2	. . .	. . .
Pinguicula vulgaris	. . .	. . .	. . .	. . .
111. *Utricularia minor*	2	3	. . .	. . .
112. „ *vulgaris*	2	. . .	. . .	. . .
113. *Galium saxatile*	. . .	. . .	2 R	?
114. *Succisa pratensis*	3	1	2	2
115. *Jasonia perennis*	1	. . .	. . .	. . .
116. „ *montana*	. . .	. . .	2 R	2 R
117. *Gnaphalium dioicum*	2	2	?	?
118. *Bidens cernuus*	3	2	?	2
119. *Arnica montana*	1	2	. . .	. . .
120. *Senecio spatulifolius*	2	. . .	. . .	. . .
121. „ *silvaticus*	3	2	3	2
122. *Hieracium umbellatum*	3	. . .	3	2

VI. Vegetationsverhältnisse der beiden Dürrheimer Moore.

Das kleine Unterwuhrmoor ist durch einen niedrigen, von den bunten Mergeln des Gipskeupers gebildeten Hügel, den Ziehbuck, vom bisherbeschriebenen Schwenninger Moor getrennt und liegt fast ganz rechts von der nach Dürrheim führenden Landstraße, dehnte sich jedoch früher ostwärts derselben wohl bis an die stille Musel aus und steht im Westen mit den Weiherwiesen in Verbindung. Es greift stark ins Keupergebiet hinein; seine Gewässer sind fast ganz klar, also stark kalk- und nährstoffhaltig. Dies prägt sich auch in seiner ganzen Pflanzendecke aus, welche ihm auf den ersten Blick den Stempel eines gewöhnlichen Flachmoors aufdrückt.

Polytrichum, *Sphagnum* und *Drosera* fehlen gänzlich, ebenso die dem Schwenninger Hochmoor eigenen *Vaccinium*-Arten (Moos- und Rauschbeere, Preisel- und Heidelbeere), die dem Schwenninger Zwischenmoor eigenen Umbelliferen *(Peucedanum palustre*, *Selinum carvifolia)* mit Ausnahme von *Silaus pratensis;* es fehlen ferner die im Schwenninger Moor so häufigen Kieselpflanzen (*Dianthus deltoides*, *Sagina nodosa* und *procumbens*, *Spergula arvensis*, *Spergularia rubra*, *Rumex acetosella*), sowie *Menyanthes trifoliata*. Auch das auf dem Schwenninger Moor sehr verbreitete, für Zwischen- und Hochmoor gleich charakteristische blaue Pfeifengras *(Molinia caerulea)* ist hier ziemlich selten und meist etwas abgeändert. Nicht einmal Weiden sah ich auf diesem Moor.

Von Moosen finden sich nur auf gewöhnlichen Sumpfwiesen wachsende Hypnaceen, wie *Hypnum exannulatum*, *Climacium dendroides* u. a. Von Schachtelhalmen fand ich nur *Equisetum palustre;* von Cyperaceen: *Scirpus Tabernaemontani*, *Carex rostrata, vulpina, leporina*, *C. Davalliana* mit var. *Sieberiana;* von Juncaceen: *Juncus glaucus* (auf Schwenninger Moor nur am Rande gegen das Zollhaus), *J. acutiflorus* und *effusus*, *Luzula multiflora*. Das Ried ist reich an Rohrkolben *(Typha latifolia); Triglochin palustris* ist nicht selten. Die Grasarten sind so ziemlich die der gewöhnlichen Sumpfwiesen; *Phalaris arundinacea*, im Schwenninger Moor nur spurenweise im Erlensumpf, findet sich hier je und je.

Von sonstigen Pflanzen sind zu nennen: *Polygonum amphibium* var. *terrestris* (einst als var. *natans* im Moorsee), *Potentilla anserina*, *Alchemilla vulgaris*, *Sanguisorba officinalis*, *Hypericum tetrapterum*

an Gräben und feuchten Stellen, *quadrangulum* und *perforatum* an trockenen Orten, *Epilobium palustre*, *Galeopsis tetrahit* am Rande; ebendort (aber wie im Schwenninger und Ankenbuckmoor auch an ganz nassen Stellen) die seltene *Mentha grata* Host (= *M. odorata* Sole), *M. aquatica* var. *verticillata* und *Linaria vulgaris*, ferner *Euphrasia Rostkoviana* und *odontites* (letztere massenhaft am Rande); *Galium uliginosum*, *palustre* und *austriacum* an feuchten Stellen, mit *Stellaria graminea* große, weißschimmernde Bestände bildend, an trockenen *Galium verum*, *mollugo* und *boreale* (dieses am Rande in einem großen Bestand); *Succisa pratensis*, *Achillea ptarmica* und *millefolium* (letztere auf trockenen Randpartien) *Lythrum salicaria*; *Cirsium palustre*, *oleraceum*, *rivulare* und ihre Bastarde an feuchten; an trockenen Plätzen des Randes *C. lanceolatum* und *arvense*, *Carduus nutans* und *C. crispus* × *nutans*.

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß dieses Ried eigentlich keine einzige charakteristische Moorpflanze aufweist, wenn man die wenigen Exemplare von *Molinia caerulea* abrechnet, und fast mehr den Charakter eines gewöhnlichen Sumpfes als den eines Torfmoors hat.

Reiner und schöner trägt das hinter Dürrheim an der Straße nach Donaueschingen auf der Grenze der obersten Lettenkohlenschichten gegen den Gipskeuper gelegene Ankenbuckmoor, in dieser Arbeit gewöhnlich als Dürrheimer Moor bezeichnete Ried den Stempel eines Flachmoors an sich, der sich (wie auch beim Unterwuhrmoor) schon darin ausspricht, daß es in der Mitte tiefer liegt als an seinen, dem Gipskeuper angehörigen Rändern. Noch mehr kommt dieser Charakter in seinen Vegetationsverhältnissen zum Ausdruck. Schon von ferne machen sich die hohen Schilfrohr- und Rohrkolbenbestände bemerkbar, die durch reiche Blüten- und Fruchtentwicklung Zeugnis von großem Nähr-, also auch Kalkgehalt des Bodens geben. Auf das Arundinetum werden wir schon durch einen Blick auf die an der Landstraße gelegenen Wiesen und Äcker vorbereitet, aus deren Gras-, bezw. Getreideflächen, wie schon oben gesagt, überall die mannshohen Rohrstengel hervorbrechen. Auch das in bezug auf Ernährung sehr anspruchsvolle rohrartige Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) tritt hier ziemlich häufig auf, besonders am Südrande.

Betreten wir das Moor von Norden her. Zurzeit ist sein Rand von tiefen, noch frischen Abzugsgräben durchzogen, welche in den mineralischen Untergrund einschneiden. Moorkalk färbt die auf-

geworfenen Grabenränder weiß. Diese Gräben und einige gleichfalls am Rande gelegenen Probelöcher geben auch Aufschluß über die Torfablagerung. Stellenweise sehen wir fast reinen *Hypnum*-Torf, unterteuft von Schilftorf. Beide Arten enthalten wie der Moorkalk in Menge die gebleichten Gehäuse von *Limnaea stagnalis*, *L. palustris* var. *corvus* und *Planorbis marginatus*.

Ehe wir an das prächtige Phragmitetum (fast rein aus *Phragmites communis* gebildet, an lichteren Stellen mit einer Schwimm- und Tauchvegetation von *Utricularia vulgaris*, *Lemna trisulca* und *Cladophora fracta*) gelangen, fällt uns, um mit Kerner zu reden, eine charakteristische Zsombékformation auf, aber nicht wie gewöhnlich aus *Carex stricta* sondern aus *C. paniculata* zusammengesetzt, deren Rasen wohl etwas niedriger sind als die der zuerst genannten Segge, aber ebenso charakteristisch für die Sumpflandschaft. Sie sind auch das einzige Mittel, dieselbe zu begehen, indem wir von Bult zu Bult springen, dabei aber freilich je und je auch unliebsame Bekanntschaft mit dem Sumpfe machen, aus dem sie hervorragen. Sein Wasser ist reichlich mit Eisenhydroxyd bedeckt, und an seichteren Stellen wächst als zweiter Komponent des Großseggenbestandes die uns vom Schwenninger Moor bekannte, nicht rasenbildende *Carex teretiuscula*, während Gräben mit *C. acuta* besetzt sind.

Auf dieses interessante Magnocaricetum folgt ein ebenfalls charakteristischer, zur Blütezeit einen wahren Schmuck bildender Bestand von *Filipendula ulmaria*, hier wie an sumpfigen Stellen des Schwenninger Moors nur in der Form *discolor*, also mit weißem Haarfilz auf der Blattunterseite, auftretend. In der Nähe des Röhrichts findet sich in einem offenen Tümpel *Myriophyllum verticillatum*, abwechselnd mit *Ranunculus aquatilis* var. *submersus*. An ersterer, sehr nahrungsreiches Wasser beanspruchenden Pflanze fand, wie weiter oben berichtet, Herr Forstmeister Bilfinger in Stuttgart, dem ich einige Stengel mit Wasser zur Untersuchung auf Rädertiere übermittelte, nach längerem Stehen schöne Bryozoenstöcke von *Fredericella*. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigten sich Achsen und Blätter des Tausendblatts wie der später genannten *Utricularia vulgaris* mit vielen epiphytischen Algen, besonders mit Arten von *Gomphonema*, *Cocconeis*, *Epithemia* u. a. kleinen Diatomeen überzogen.

Das Gegenstück zu den prächtigen Rohrbeständen der Nordseite des Moors bildet an der Südseite ein schönes Arundinetum

von *Typha latifolia* und ein noch schöneres Scirpetum von *Scirpus Tabernaemontani*. Die Mitte des Moores nehmen größere Weiher mit offenen Wasserflächen ein. Der eine birgt submerse Wiesen von *Chara hispida;* die andern, schon seichteren, weisen als Verlandungspflanze besonders *Hippuris vulgaris* auf. Im offenen Wasser und zwischen Rohrkolben, Binsen und Tannenwedel schwimmt in großer Zahl *Utricularia vulgaris* in gut genährten Exemplaren und prangt im Juli und August mit dottergelben Maskenblüten.

Im Frühling zeigen zwei schlammige, am Rand gegen den Gipskeuperhügel Ankenbuck gelegene Sümpfe einen andern Schmuck. Auf weite Strecken ist der Faulschlamm rosenrot oder braunrot, an andern Stellen spangrün gefärbt. Bringen wir vom rosenroten Überzuge eine Probe unter das Mikroskop, so staunen wir über die Unmenge von Schwefelbakterien, besonders von *Lamprocystis roseo-persicina, Micrococcus ruber*, aber auch von Arten der Gattungen *Thiothrix* und *Beggiatoa*, und beim Durchsuchen des fetten Sapropels, das sich ganz auffallend vom Torfschlamm des Schwenninger Moosweihers unterscheidet, macht sich ein starker Geruch nach Schwefel, Schwefelwasserstoff und Sumpfgas bemerkbar.

Eine große Zahl von Euglenen, *Phacus*, niederen Flagellaten (wie *Trepomonas* u. a.), von *Spirulina Jenneri*, ferner von Philodiniden, Anguilluliden, *Limnodrilus Udekemianus* belebt diesen stinkenden Schlamm. Desmidiaceen finden sich hier natürlich keine, wohl aber viele Grunddiatomeen: Arten von *Navicula*, *Cymbella*, *Synedra*. Die spangrüne, aus Oscillatorien bestehende Decke weist eine etwas edlere tierische und pflanzliche Bewohnerschaft auf, als die an Schwefelbakterien so reiche rosenrote.

Daß der auf dem Dürrheimer Moor gegrabene Torf beim Brennen starken Schwefelgeruch verbreitet, ist aus obigem erklärlich. Ich habe auf Torfmooren noch keine Örtlichkeit gesehen, welche eine solch eigenartige Schizophyten-Vegetation mit solchem Reichtum an Schwefelbakterien gezeigt hätte als diese. Gar schön nimmt sich im Frühling und Sommer *Lamprocystis roseo-persicina* aus, wenn es, in Menge aufsteigend, eine „Wasserblüte“ bildet.

In diesem stinkenden Sapropel traf ich auch keine Muscheln, während sonst Schaltiere auf dem Dürrheimer Moor sehr häufig sind. Außer den auf dem Schwenninger Moor gefundenen und weiter oben angeführten Muscheln und Schnecken erhielt ich vom Dürrheimer noch *Ancylus lacustris*.

Schließlich mögen unter den Beständen dieses Moors noch die

Weiden, die einzigen Holzgewächse desselben, genannt werden, welche da und dort, besonders am Rande auftreten. Auch sie sind charakteristisch, mit Ausnahme der hier seltenen *Salix pentandra* keine ausgesprochenen Moor- sondern mehr Ufer- und Sumpfweiden: vorherrschend *S. cinerea*, seltener *S. purpurea*. — Kennzeichnend für das Moor ist an seinem Westende auch ein Pflanzenverein, der im Sommer durch seine weißen Wollköpfe von der Ferne den Eindruck eines Eriophoretums macht, sich aber bei näherer Besichtigung als ein großer, fast reiner Bestand von *Cirsium arvense* herausstellt und wie manche schon berührte Erscheinungen ein Zeugnis ablegt von dem großen Nährstoffgehalt des Untergrundes.

Näher besehen setzt sich die Pflanzenwelt des Dürrheimer Moors folgendermaßen zusammen.

Die Moose sind nach den Untersuchungen von Herrn Hofapotheker Baur in Donaueschingen und meinen eigenen nur Arten, wie sie auf gewöhnlichen Sumpfwiesen vorkommen: *Hypnum*, *Climacium*, *Thuidium*, *Eurhynchium* u. a. — *Polytrichum*, *Sphagnum*, *Drosera* und die mit ihnen zusammenlebenden Hochmoorpflanzen, besonders die mykotrophen Ericaceen, die Nadelhölzer, *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Pirus aucuparia*, *Rhamnus frangula*, ebenso die dem Schwenninger Moor eigenen Kiesel- und Doldenpflanzen (mit Ausnahme von *Angelica silvestris* und *Silaus pratensis*) fehlen hier wie auf dem Unterwuhrmoor. Übrigens ist die Pflanzenwelt des Dürrheimer Riedes viel schöner und charakteristischer als die des letzteren, was sich aus folgender Liste ergibt.

Equisetum palustre und *limosum*, *Typha latifolia*, *Triglochin palustris*, *Heleocharis palustris* (*H. acicularis* habe ich vergeblich gesucht), *Juncus glaucus* (am Rande) und *acutiflorus* (mehr in der Mitte); *Phalaris arundinacea*, *Agrostis canina*, *Phragmites communis*, *Festuca arundinacea* (am westlichen Rande, meist mit violett überlaufenen Ährchen); *Scirpus Tabernaemontani*, *Carex acuta* (an trockeneren Stellen sehr klein), *C. rostrata* (bestandbildend), *C. Goodenoughi*, *paniculata*, *teretiuscula*. *pseudocyperus* (die drei letzteren bilden schöne Bestände), *C. panicea* und *flava* var. *lepidocarpa; Lemna trisulca* und *minor*, *Rumex aquaticus* und *Nasturtium palustre* an Gräben, *Caltha palustris* (im August noch blühend), *Lychnis flos cuculi; Filipendula ulmaria*, *Sanguisorba officinalis*, *Potentilla anserina* (*silvestris* fehlt); *Lythrum salicaria*, *Epilobium palustre*, *Hippuris vulgaris* (fruktifizierende und sterile, flutende

Form), *Lysimachia vulgaris* und *thyrsiflora*; *Lycopus europaeus*, *Mentha grata* und *aquatica* var. *verticillata*, *Scutellaria galericulata*, *Pedicularis palustris* und *silvatica*, *Utricularia vulgaris* (massenhaft und hier prächtig blühend, *U. minor* fehlt!), die sumpfliebenden *Galium*-Arten, aber meist ohne *Stellaria graminea*; *Trifolium hybridum*, *Vicia cracca*; ferner *Angelica silvestris* (an Gräben), *Silaus pratensis* (am Rande), *Succisa pratensis*, *Valeriana dioica*, *Serratula tinctoria* (hier an ganz sumpfigen Stellen), *Achillea ptarmica* (an Gräben), *Cirsium oleraceum*, *rivulare* und am Westrande in einem großen Bestand *C. arvense*.

Als charakteristische Erscheinungen des Dürrheimer Moores möchte ich folgende hervorheben. Im Juli und August fallen dem Besucher die aus der Wasseroberfläche hervorragenden dottergelben Blüten des ungemein häufigen gemeinen Wasserschlauchs (*Utricularia vulgaris*) auf, während der kleine fehlt; auch der Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*) macht sich auf diesem Moor weit mehr bemerkbar als im Schwenninger. Seichte Stellen am Rande sind stärker mit Eisenhydroxyd überzogen, Schwefelbakterien in den schlammigen Sümpfen noch häufiger als im letztgenannten Moor. Eine ganz auffallende Erscheinung sind die häufig aus dem Sumpf hervorragenden Seggenbulte von *Carex paniculata*, auf welche der Besucher bei nicht zu hohem Wasserstand sicher treten kann. Merkwürdig ist auch das ungemein häufige Vorkommen von *Lemna trisulca*, der untergetauchten Wasserlinse, die ich auf dem Schwenninger Moor spärlich nur im Tannenwedelsumpf gefunden habe. Diese Erscheinung steht jedenfalls mit dem Nährstoffgehalt des Wassers im Zusammenhang. Die blattartigen Stengel derselben, aus denen gewisse Phryganiden hier ihre Gehäuse verfertigen, sind außerordentlich reich an den als Schutzmittel gegen Schneckenfraß geltenden Raphidenbündeln, jedenfalls reicher als bei der im Schwenninger Ried, aber auch hier nicht selten vorkommenden *Lemna minor*.

Ein Vergleich der Pflanzenliste der Dürrheimer Flachmoore mit der des Schwenninger Zwischenmoors ergibt eine große, durchgreifende Verschiedenheit beider. Der Reichtum des mineralischen Untergrunds an Nährstoffen, worunter natürlich auch Kalk, begründet eine außerordentlich üppige Pflanzenwelt und diese hinwiederum ein reiches Tierleben. Besonders zahlreich sind die Schnecken und Ostracoden, also die mit Kalkschalen versehenen Tiere, und die Schalen der ersteren erreichen hier eine be-

deutendere Stärke als auf dem Schwenninger Moor. Ebenfalls reich vertreten sind die Copepoden und Hydrachniden oder Wassermilben, besonders die Gattung *Arrenurus* mit ihrem krebsartig bepanzerten Leibe; endlich natürlich auch die von den niederen Tieren sich nährenden Insektenlarven. Flora und Fauna zeigen jedoch, wenigstens was die Mikroorganismen betrifft, nicht die große Mannigfaltigkeit und den Reichtum an selteneren Arten wie auf dem Schwenninger Zwischenmoor, dafür aber einen größeren Reichtum an Individuen.

Viele der auf dem Zwischenmoor lebenden Arten von Pflanzen und Tieren suchen wir hier vergebens. Unter den Mikroorganismen fehlen insbesondere die eigentlichen Moorformen. Das schöne Malteserkreuz *(Micrasterias crux melitensis)* und seine Schwesterarten *Micrasterias truncata* und *rotata* habe ich auf dem Dürrheimer Moor ebensowenig gefunden als andere dem Schwenninger Moor eigene Desmidiaceen (z. B. *Holacanthum aculeatum, Spirotaenia obscura, Cylindrocystis Brebissoni*) und Zygnemaceen (*Mougeotia laetevirens* und *viridis, Mougeotiopsis calospora*) und die Ulothrichacee *Binuclearia tatrana;* von Heliozoen weder *Acanthocystis turfacea* noch *Clathrulina elegans* und *Cl. Cienkowski*. Auch in bezug auf Infusorien und Flagellaten bietet das Dürrheimer Moor eben nur Formen der gewöhnlichen Sümpfe. *Ophrydium versatile*, im Schwenninger Moor im Mai und Juni eine sehr augenfällige Erscheinung, ist im Dürrheimer gar nicht häufig; von den im Eingang angeführten seltenen Arten *Drepanomonas dentata* und *Holophrya simplex* fand ich hier keine Spur, ebenso nicht von *Chlorodesmus hispida, Cyclonexis annularis* und *Hyalobryon ramosum*. — Dagegen traf ich von größeren Desmidiaceen häufig *Closterium Ehrenbergi, moniliferum* und *Leibleini, Pleurotaenium nodulosum, Ehrenbergi* und andere wiederum nährstoffreiches Wasser liebende Konjugaten. Als Tatsache möchte ich feststellen, daß die noch auf nährstoffreichem mineralischem Untergrund liegenden Dürrheimer Sümpfe an Bacillariaceen (Diatomeen) entschieden reicher sind als die durch Torfablagerung vom Mineralboden mehr oder weniger abgeschnittenen Schwenninger, sowohl an Artenzahl wie an Zahl der Individuen. Das Vorkommen von *Cladophora fracta*, hier stark mit epiphytischen Diatomeen überzogen, ist schon oben besprochen worden.

Es bestehen also ganz wesentliche Unterschiede zwischen dem Dürrheimer Flach- und dem Schwenninger Zwischenmoor, Unterschiede in bezug auf die Bodenverhältnisse wie in bezug auf die

davon abhängige Flora und Fauna. Dort eine im nährstoffreichen Untergrund üppig wachsende Pflanzenwelt, hier, wenigstens im Sphagnetum, eine weniger üppige, aber durchaus nicht so dürftige Vegetation, wie wir sie z. B. auf den Schonacher Hochmooren sehen. Dort klares, kalkreiches Wasser, in welchem die Humussäuren gebunden sind, hier bräunliches, kalkarmes mit freien Humussäuren; dort nur Wiesen- und gewöhnliche Sumpfmoose aus der Familie der Hypnaceen, hier vorwiegend Torf- und Widertonmoose, in deren Rasen *Drosera rotundifolia* in Menge wächst; dort endlich ausschließlich autotrophe, hier viele mykotrophe Gewächse (*Vaccinium oxycoccus*, *uliginosum*, *myrtillus*, *vitis idaea*, *Calluna vulgaris* und mehrere Laub- und Nadelhölzer).

Man hat die großen Unterschiede zwischen der Hochmoor- und Flachmoorvegetation früher hauptsächlich der Armut oder dem Reichtum an Kalk zugeschrieben. Später suchte man zu beweisen, daß nicht in erster Linie die chemischen, sondern die physikalischen Eigenschaften des Bodens bestimmend auf die Zusammensetzung seiner Pflanzendecke einwirken. Und heutzutage legen die bedeutendsten Pflanzenphysiologen das Hauptgewicht auf den Nährstoffgehalt des Bodens und führen die Unterschiede zwischen Hochmoor- und Flachmoorvegetation auf die Armut der Hochmoorböden und den Reichtum der Flachmoorböden an Pflanzennährstoffen zurück. Dabei wollen manche den Einfluß des Kalks auf die Vegetation nur in dem Sinne gelten lassen, als kalkreiche Böden überhaupt reich an Nährsalzen, kalkarme Böden aber arm an solchen sind. Bemerkenswert ist jedenfalls, daß die im Triberger Granitgebiete weit verbreiteten Hochmoore nicht auf einem schlechthin nährstoffarmen Substrat sich finden, sondern auf einem speziell nahezu kalkfreien, dem tonig-grusig verwitterten Granit. Im ökologischen Teil dieser Arbeit soll etwas näher auf diese Fragen eingegangen werden.

Jedenfalls aber geht aus der Vergleichung der beiden in unmittelbarer Nähe voneinander gelegenen und doch in ihrer Pflanzendecke so verschiedenartigen Baarmoore klar hervor, daß der Gehalt des Bodens an Nährstoffen, besonders aber der Kalkgehalt und damit zusammenhängend das Fehlen oder Vorhandensein freier Humussäuren den größten Einfluß auf seine Flora, bezw. auch Fauna ausübt, sowohl, was ihre Zusammensetzung aus Arten, also die Auswahl ihrer Konstituenten, als auch, was die Art

und Weise ihrer Ernährung und den Grad ihrer Entwicklung betrifft.

Der Kalkreichtum des Flachmoors stammt aus einem kalkhaltigen, nährstoffreichen mineralischen Untergrund. Die Kalkarmut des Hochmoors ist in vorliegendem Falle dadurch begründet, daß seine Pflanzenwelt gar nicht mehr im mineralischen Untergrund sondern im Torf wurzelt, und wo noch ein solcher hereinspielt, derselbe vom kohlensäurereichen Niederschlagswasser stark ausgelaugt ist. Daß *Sphagnum* und *Drosera* und die andern typischen Hochmoorpflanzen einen kalkarmen Boden verraten, ist eine längst bekannte Tatsache, ebenso, daß diese Pflanzen beim Berieseln mit kalkhaltigem, nährstoffreichem Wasser, sowie beim Beschütten mit Dünger eingehen.

Indes verhalten sich, wie teilweise schon angedeutet, nicht alle *Sphagnum*-Arten in dieser Beziehung gleich. Sendtner gibt an, daß *Sphagnum acutifolium* in den Alpen häufig auf isolierten Kalkblöcken schattiger Täler, sonst aber auch auf kalkhaltigem Boden vorkomme. Wir haben auch oben bei der Zusammenstellung der *Sphagnum*-Arten des Schwenninger Moors gesehen, daß sich dieselben auf verschiedene Örtlichkeiten, also auch auf verschiedene Bodenverhältnisse des Moors verteilen; daß *Sphagnum subsecundum* noch dem Flachmoor, also kalkhaltigem Boden angehört, und daß *Sph. compactum* und *medium* zwar im Hochmoore wachsen, aber Vorposten des Sphagnetums gegen die Flachmoorbestände bilden.

Tatsache ist auch, daß die im Hochmoor wachsenden Gräser und andere Futtergewächse sehr kalkarm, namentlich arm an dem zur Knochenbildung nötigen phosphorsauren Kalk sind. Sendtner berichtet vom Erdinger Moor, daß das auf ihm weidende Vieh an Knochenbrüchigkeit litt, was bei den auf Villinger Markung, also im Flachmoor weidenden Rindern und Schafen durchaus nicht gesagt werden kann.

Kehren wir nach diesen Erörterungen über den Einfluß des Kalkgehalts auf die Vegetationsverhältnisse noch einmal zum Dürrheimer Flachmoor zurück. Die westliche Fortsetzung desselben bildet das kleine Schabelmoor, auch Schabelwiesen genannt. Wie jenes liegt es am Ausgang der Lettenkohlenschichten gegen den Gipskeuperhügel Ankenbuck in einer nach Westen streichenden Mulde, die mit der Einsenkung des Dürrheimer Moors und den Wiesen der stillen Musel zusammenhängt und wie diese einst von einem größeren, nach und nach verlandeten See erfüllt war. Dieser

dehnte sich bis zur Saline und der Ortschaft Dürrheim und weiter aus, was das häufige Vorkommen von *Phragmites communis* und von *Polygonum amphibium* var. *terrestre* in den Äckern hier bekundet.

Das Schabelmoor hat infolge vollständiger Verlandung keine offenen Wasserflächen mehr, weshalb auch *Phragmites* nicht mehr bestandbildend auftritt, und stellt ein Wiesenmoor, ein abgestorbenes Flachmoor dar im echten Sinn des Wortes, mit ähnlichem Charakter wie das Unterwuhrmoor. Wir treffen hier meist gewöhnliche saure Wiesengräser. Nicht selten sind an feuchten Stellen *Phragmites communis*, *Agrostis canina* und *Alopecurus fulvus*, während trockenere mit *Agrostis vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca arundinacea* (am Rande) besetzt sind; nur vereinzelt tritt *Molinia caerulea* auf. Stellenweise finden sich kleinere Caricéten: ein reines von *Carex acuta*, ebenso einige kleinere von *C. rostrata* und *vesicaria*, gewöhnlich aber gemischte mit den Komponenten *C. vesicaria*, *C. flava* var. *Oedéri* und *C. panicea*, ferner *Equisetum palustre*, *Eriophorum polystachium*, *Juncus acutiflorus* und *Leersi* und *Galium palustre*. Größere Bestände werden stellenweise auch von *Scirpus silvaticus* gebildet; *Sc. Tabernaemontani* sah ich nicht! Von sonstigen charakteristischen Pflanzen mögen noch erwähnt sein: *Potentilla anserina*, *Filipendula ulmaria*, *Lythrum salicaria*, *Alectorolophus minor*, *Silaus pratense* und *Selinum carvifolia*, *Cirsium rivulare* und *C. bulbosum*, sämtliche an feuchten Plätzen, an Wegen *Juncus lamprocarpus* und an trockenen Randstellen *Galium verum* und *Cirsium arvense*. — Weiden fand ich keine auf dem Schabelmoor. Doch beziehen sich meine Beobachtungen nur auf dessen östlichen, dem Dürrheimer Moor zugekehrten Teil; bis zum Schabelhof drang ich nicht vor.

Früher wurde auf dem letzteren, wie auch auf den beiden Dürrheimer Mooren, Torf gestochen, und die Torfstecher sagten mir, daß es beim Stechen stark „schwebbele", also nach Schwefel rieche. Daraus folgt, daß auch im Schabelmoor Schwefelbakterien häufig waren, wie ja auch seine Lage neben einem Gipskeuperhügel vermuten läßt.

Merkwürdig war mir auf demselben noch das Vorkommen des bei uns nicht häufigen *Cirsium bulbosum*. In unserer älteren württembergischen Flora werden als Standorte dieser Pflanze bergige Waldwiesen, in der neuen lichte Wälder und Waldwiesen, in der deutschen Flora von Garcke Wiesen und Triften angegeben. Hier traf ich viele Exemplare an solch feuchten Stellen, daß sie mit ihren charakteristischen spindelförmigen Wurzeln leicht herausgezogen wer-

den konnten. Auf dem Schwenninger Moor dagegen begegnete mir diese Pflanze nur in ganz wenigen Exemplaren auf dem trockenen Moorrande hinter dem Mooswäldle.

VII. Zwei Schwarzwald-Hochmoore.

1. Flora.

Zum Zweck der Vergleichung habe ich zwei Schwarzwaldhochmoore des Granitgebiets untersucht, an denen der Charakter eines Gebirgsmoors in seltener Reinheit und Schönheit hervortritt, die beiden aneinander grenzenden Hochmoore oberhalb Schonach bei Triberg, das Wolfbauern- und das Blindenseemoor[1]. Leider konnte ich zur Untersuchung derselben im ganzen nur etwa 12 Tage verwenden und zwar im August und September 1902 und 1903, im Mai und Juli 1905. Eine kurze Beschreibung möge genügen, zu zeigen, wie verschieden der Charakter derselben von demjenigen des kombinierten Schwenninger Moortypus, Zwischenmoors ist, zugleich aber auch, wie beide, das Gebirgsmoor und das Moor der Ebene, so manche gemeinsame Züge aufweisen.

Jene Verschiedenheit ist teils in physikalischen Verhältnissen, vor allem in der viel bedeutenderen Höhenlage, nicht zum geringsten Teil aber in den geologischen Verhältnissen begründet. Die beiden Gebirgsmoore liegen etwa 1000 m über dem Meer, also 300 m höher als das Schwenninger Moor, und zwar im Hauptgranit (Granitit), welcher nach Sauer aus einem mittel- bis grobkörnigen Gemenge von Kalifeldspat, Natronkalkfeldspat, Fettquarz und rabenschwarzem Magnesiaglimmer (Biotit) und den üblichen Mikrogemengteilen (Apatit, Zirkon, Pyrit) besteht. Durch Verwitterung zerfällt der Granit zu einem grobsandigen Grus, der die wässerigen Niederschläge leicht durchsickern läßt und dessen feinere Teile leicht fortgeschwemmt werden. An Einsenkungen sammeln sich diese, besonders die dem Feldspat entstammenden tonigen, bilden hier eine undurchlässige Schicht und geben Veranlassung zu Vermoorungen und bei Anhäufung von Pflanzenresten und der niedrigen, eine rasche Verwesung hindernden Jahrestemperatur auch zur Torfbildung.

Aber auch an nicht vertieften Stellen und an Orten mit schwach durchlässigem Untergrund konnte die Bildung dieser Hochmoore ihren Anfang nehmen und zwar durch Vermittlung der Torfmoose

[1] Vergl. Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden, Blatt Triberg mit Erläuterungen von A. Sauer.

(Sphagnen). Wo solche, meist nach Zubereitung des Bodens durch Algen und Flechten, sich ansiedeln und zentrifugal ausbreiten, da bildet sich eine Humusschichte, zuerst dünn, nach und nach mächtiger werdend und vertorfend, indem die Torfmoose unten absterben, oben aber üppig fortwachsen, ihren Wasserbedarf weniger von unten her als aus der in diesen waldigen Regionen feuchten Atmosphäre und den wässerigen Niederschlägen nehmend, also weniger von tellurischem (wie die Gewächse des Flachmoors) als von Meteorwasser lebend. In solchem *Sphagnum*-Teppich siedeln sich allerlei höhere Pflanzen an; aber nur solche können fortkommen, welche die Fähigkeit haben, im Wachstum mit den Sphagnen gleichen Schritt zu halten, und die in bezug auf Ernährung genügsam sind, meist auch mit Pilzmycelien in Symbiose leben, also oligotrophe und mykotrophe Gewächse. Diese bilden mit den Sphagnen einen dichten Filz und ihre abgestorbenen Achsen und Blätter hinterlassen karbonöse Rückstände, welche sich mehr und mehr anhäufen. Auf beiderlei Weise, als semiaquatische und als terrestrische Bildung, hat sich hier eine Torfdecke abgelagert, die nach den Messungen von Pross im Blindenseemoor eine Mächtigkeit bis 10 m, im Wolfbauermoor bis 6 m aufweist.

Wandern wir von Schonach auf dem linken Abhang des Turntales hinaus, so führt uns der Weg zunächst an einem kleinen Felsenmeer vorbei, dessen riesige Granitblöcke zur Zeit als Randsteine der Trottoirs in unsere Städte wandern. Der Abhang ist durch das auf dem Schwarzwald übliche Bewässerungssystem in saftige Wiesen umgewandelt, deren moorige Beschaffenheit von der Ferne schon die ungemein zahlreichen weißen Blüten der *Parnassia palustris* ankünden. Einige Binsen, die zierliche *Juncus filiformis* und die auf dem Schwenninger Moor so häufige *J. acutiflorus*, fallen uns bei näherer Besichtigung in die Augen; letztere ist oft mit der schönen troddelartigen, rotbraunen Galle von *Livia juncorum* geziert. Reichlich wachsen hier allerlei Wiesenmoose und im Schoße derselben *Pinguicula vulgaris*, aber noch kein *Sphagnum*. Dieses beginnt erst mit dem Weiher unterhalb des Wolfbauernhofs. Ziehen wir uns zwischen dessen nördlichem Rande und der Ecke eines Fichtenwaldes hin, so haben wir schon den Rand des Hochmoors betreten. Der Fuß sinkt tief im Sphagnetum ein, und fast jeder Tritt drückt einige Pflänzchen von *Drosera rotundifolia* und *Pinguicula vulgaris* in dem schwammigen Polster danieder. Als mykotrophe Sträucher stellen sich schon am Rande, der mit dem Sphagnetum des Hoch-

moors noch den bunten Blumenschmuck der Sumpfwiesen verbindet, *Vaccinium uliginosum*, bald auch *V. oxycoccus* und *Andromeda polifolia* ein.

Größere Granitblöcke bedecken in dieser kleinen Talrinne massenhaft den Boden und geben Zeugnis davon, wie hier das Wasser den tiefgehenden Granitgrus zwischen ihnen weggeschwemmt hat. Sie sind die einzigen trockenen Stellen im Sphagnetum. Einige Blöcke sind von der schwarzen *Umbilicaria pustulata* überzogen, andere mit *Phegopteris polypodioides* geschmückt. Und nun nach Durchschreitung der Waldecke, wo schöne Fichten aus den malerisch gruppierten Granitblöcken emporragen, stehen wir vor dem eigentlichen Hochmoore. So interessant es ist, so macht es doch auf den Besucher, der längere Zeit ein blumen- und farbenreiches Flach- oder Zwischenmoor begangen hat, einen ziemlich düsteren, ganz eigenartigen Eindruck. Besonders auffallend ist die Armut an Pflanzenarten. Der ganze Abhang, sowie die Hochfläche des Wolfbauernmoors bieten jetzt (im August) einen braunen, weißgrünlich schimmernden Anblick. Dieser wird, abgesehen von kahlen Stellen des Moorbodens und frischen Stichen, hervorgebracht durch Widertonmoose (an feuchten Stellen *Polytrichum commune*, an trockeneren *P. strictum*, selten *P. juniperinum*, in älteren Stichen *P. gracile*), die gelbgrünen, zuweilen rötlichen Polster von *Sphagnum*, zwischen welche beide sehr wenige hypnumartige Moose (besonders *Aulacomnium palustre*), die gelbgrünen Blattrosetten des Fettkrauts (*Pinguicula vulgaris*) und die immergrünen zarten Ranken der Moosbeere (*Vaccinium oxycoccus*) eingeflochten sind; ferner durch die zahlreichen rosmarinartigen, am Boden niederliegeden, dann aufsteigenden Sträuchlein der hier häufigen *Andromeda polifolia*, die leider jetzt wie die andern Vaccineen ihren schönen Blütenschmuck verloren hat; durch verschiedene Seggen (besonders *Carex pauciflora*, *C. flava* var. *Oedéri* und *lepidocarpa*, *C. echinata*, *canescens*, *Goodenoughi* und *rostrata*), Binsen (unter ihnen die schon genannte *Juncus filiformis*, ferner *J. acutiflorus*, *Leersi* und *supinus*), Wollgräser (besonders *Eriophorum vaginatum*, aber auch *polystachium*) und echte Gräser (*Molinia caerulea* var. *minor*, und an trockenen Stellen *Triodia decumbens*, *Agrostis canina* und *Aira flexuosa* var. *montana*).

Dazwischen mischen sich die blutroten Blüten von *Comarum palustre*, die blaßroten von *Epilobium palustre*, im Juni häufig die von *Orchis latifolia*, die rosafarbenen von *Pedicularis silvatica*, die

schneeweißen der *Parnassia pulustris* und *Platanthera bifolia*, die goldgelben von *Ranunculus flammula*, *Potentilla silvestris* und *Lotus uliginosus*, da und dort auch noch von *Caltha palustris*, die saftiggrünen dreizähligen Blätter von *Menyanthes trifoliata*, welche freilich ihren prächtigen Blütenschmuck vom Juni abgelegt hat; endlich im September die korallenroten Fruchttrauben der Preiselbeere (*Vaccinium vitis idaea*) und die bläulich bereiften Früchte der Rauschbeere (*V. uliginosum*). Je und je gewahren wir, besonders auf der Höhe, kleinere Weidenbüsche von *Salix aurita*, strauchige Moorbirken (*Betula pubescens*), kleine Vogelbeerbäumchen (*Pirus aucuparia*) und einige verkrüppelte Fichten (*Picea excelsa*). In den Tümpeln breitet sich die untergetauchte federartige Form von *Sphagnum cuspidatum* (nämlich var. *plumosum*) und stellenweise das Lebermoos *Scapania uliginosa* N. v. Es. neben *Sphagnum riparium* aus.

Der trockene Rand des Wolfbauern-, wie auch der des Blindenseemoors, ist mit einer ganz charakteristischen Binse besetzt, welche sich dem Besucher durch ihre abstehenden starren Blätter und drahtähnlichen Halme auffallend macht, *Juncus squarrosus*. Nach Martens und Kemmler bildet diese sand- und moorliebende *Juncus*-Art im Verein mit *Scirpus caespitosus*, die ich auf den Schonacher Hochmooren vergeblich suchte, auf den Höhen des württembergischen Schwarzwaldes einen Gürtel um die Torfmoore; hier hat sie sich auch an trockenen Stellen inmitten des Moors angesiedelt. In ihrer Gesellschaft findet sich fast stets das Hungergras *Nardus stricta*. An alten Torfabstichen steht nicht selten der schöne Tannenbärlapp (*Lycopodium selago*), an sonnigen Stellen *Gnaphalium dioicum* und häufig auch der lieblich duftende, heilsame Bergwohlverleih (*Arnica montana*) in Gesellschaft von *Thymus serpyllum*, *Genista sagittalis*, *Galium saxatile* und *Jasione perennis*.

Umziehen wir nach Durchforschung des Hauptteils des Wolfbauernmoors in südlicher Richtung den bewaldeten Hügel neben demselben, so gelangen wir auf der Hochfläche an ein sumpfiges Wäldchen, das etwas schwer zu passieren ist. Wir vermögen es nur, indem wir von Bult zu Bult schreiten oder springen. Diese Bulte ragen aus dem sumpfigen Sphagnetum hervor und sind mit *Eriophorum vaginatum*, mit Seggen (hauptsächlich *Carex echinata* und *pauciflora*) und *Juncus squarrosus*, je und je auch mit *Lycopodium selago*, mehr noch mit Rausch- und Heidelbeeren und *Andromeda* bestanden. Der Hain selbst besteht fast ganz aus Sumpfkiefern (*Pinus montana* var. *uncinata*), die hier 5—7 m Höhe

erreichen; zwischen denselben wachsen auch *Pinus silvestris* und *Picea excelsa*. Am südlichen Rande dieses merkwürdigen Sumpfkiefernbestandes befinden sich ziemlich hochstämmige weichhaarige Birken (*Betula pubescens*), im alten Stich daneben zahlreiche Sträucher derselben Art. Von Flechten fand ich hier neben *Cladonia rangiferina* viel *Cetraria islandica*.

Das Sumpfkiefernwäldchen führt uns hinüber zu dem noch interessanteren Blindenseemoor, das sich auf der nach Umgehung des bewaldeten Hügels erreichten Hochfläche gegen Süden hin ausbreitet und mit den Talmooren des Fuchs- und Schwarzenbachs in Verbindung steht. Eine charakteristischere Form des Gebirgs-Hochmoors, als das Blindenseemoor sie zeigt, findet sich wohl kaum mehr auf dem Schwarzwald.

Am trockenen Rande desselben, dessen Boden als Hochmoormoder (Hochmoormull) bezeichnet werden muß, pflücken wir noch anfangs August einen duftenden Strauß von *Arnica montana*. Daneben stehen häufig *Galium saxatile*, *Gnaphalium dioicum*, *Potentilla silvestris* und *Triodia decumbens*, ferner in ganzen Beständen *Nardus stricta*, welches harte Gras das Weidevieh nach dem Abbeißen in Büschelchen aus dem Maule wirft. Die innere Umsäumung des Moors wird auch hier hauptsächlich von *Juncus squarrosus* gebildet, der gleichfalls noch im Hochmoormoder wächst. An randlichen Sümpfen macht sich besonders *Epilobium palustre* geltend, weniger *Orchis maculata*. Das Moor selbst trägt einen prächtigen Bestand von Sumpfkiefern, die jedoch nur in der Mitte und gegen den Südrand hin bedeutendere Höhe erreichen, sonst meist rundliche, wenige Meter hohe Büsche bilden (es ist die den windigen Höhen eigene Kusselform der Sumpfkiefer — *Pinus montana* var. *uncinata* f. *rotundata*) und so in ihrer Gesamtheit ein merkwürdiges Landschaftsbild hervorbringen.

Schlagen wir uns durch diesen eigentümlichen Hochmoorwald mit einiger Vorsicht zwischen ziemlich tiefgründigen, mit Rasen von *Sphagnum cuspidatum*, *riparium*, *turfaceum* und *recurvum* oder mit untergetauchten Beständen von *Sph. cuspidatum* var. *plumosum* besetzten Sümpfen hindurch, immer nur die Rasen von Seggen (hier besonders häufig *Carex pauciflora*, aber auch *C. rostrata*, *C. echinata*, *canescens* und *Goodenoughi*) und Wollgräsern (hauptsächlich *Eriophorum vaginatum*, seltener *polystachium*) betretend, so gelangen wir zwischen Preisel-, Moor-, seltener echten Heidelbeersträuchern hindurch, über zahllose Stöcke von *Drosera rotundifolia*, *Vaccinium*

oxycoccus und *Andromeda polifolia* schreitend, etwa in der Mitte des Moors zum kreisrunden Blindensee (richtiger Blindsee).

Geheimnisvoll liegt er da, umrahmt von höheren Sumpfkiefern, abgeschieden von aller Welt. Vor uns der bräunliche Moorsee, über uns ein kleines Stück Himmel, stehen wir hier einsam und verlassen; kein größeres Lebewesen kommt uns zu Gesicht als selten ein Auerhahn oder eine Wildente, an sonnigen Tagen einige Libellen. Kein Wunder, daß sich an solche wundersame Schwarzwaldseen allerlei Sagen knüpfen. Unter dem Landvolk herrscht bekanntlich der Glaube, solche runde Gebirgsseen ohne auffallende Abflüsse stehen mit dem Meer in Zusammenhang, daher der Name „Meeraugen". Gar ernsthaft ermahnte mich stets meine sorgliche Wirtin, wenn ich nach dem Blindensee hinauswanderte: „Gebet Se Achtig, wenn Se inifalle, kummet Se erst in Frankfurt wieder rus!" Die schwellenden *Sphagnum*-Polster (hauptsächlich *Sphagnum cuspidatum*, *riparium*, *turfaceum* und *recurvum*) ziehen sich ringsum bis ins Wasser hinein, mit ihnen auch die sie schmückenden Moorgewächse: *Drosera rotundifolia*, *Vaccinium oxycoccus* und *Andromeda*. Am südlichen Ufer ist der Rand mit der binsenartigen Schwester des Sumpfdreizacks, *Scheuchzeria palustris* bestanden; auch einige Schlenken und Sümpfe in der Nähe beherbergen diese seltene Pflanze.

Wasserschnecken und Muscheln konnte ich im Blindensee nicht entdecken. Von ersteren fand ich überhaupt auf beiden Schonacher Mooren keine Spur. Dagegen fischte ich in der mit *Sphagnum riparium* und *Scapania uliginosa* bewachsenen und viel Eisenhydroxyd enthaltenden Schlenke am Abhang des Wolfbauernmoors nebst Muschelkrebsen ungemein zahlreich die bis jetzt im Granitgebiet des Schwarzwaldes, wenn ich recht unterrichtet bin, nur einmal (bei Schapbach) gefundene *Pisidium ovatum*. Die Schalen waren meist stark mit dem Eisenhydroxyd überzogen. Seltener findet sich diese Muschel im Abzugsgraben des letztgenannten Gehängemoors, dessen Gräser *(Glyceria fluitans)* im Sommer ganz mit der nur eine Fruktifikationsform bildenden Alge *Palmella muscosa* überzogen sind, und noch seltener im Weiher beim Wolfbauernhof, in dem sich das überschüssige Wasser des Moors sammelt. Jene Schlenke wird von einer nicht sehr mächtigen Torfschichte unterlagert, hat also schon in geringer Tiefe mineralischen Untergrund, daher der Reichtum an Eisenhydroxyd, und der Abzugsgraben liegt in seinem unteren Teile ganz in solchem, wie auch der genannte

Weiher. Der äußerst geringe Gehalt des Granits an Kalk (geliefert von Natronkalkfeldspat) ist also hinreichend zum Aufbau der Schalen jener Muscheln, sowie der Ostracoden. — Daß das Wolfbauernmoor in seinem am Abhang gelegenen Teil an vielen Stellen Torfablagerungen von geringer Mächtigkeit hat, so daß der mineralische Untergrund noch großen Einfluß auf seine Pflanzendecke behält, erhellt schon aus den Fußtritten des Weideviehs, deren Wasser vielfach mit Eisenhydroxyd überzogen ist; auf dem Blindenseemoor zeigt sich solches nur am mineralischen Rande. Im übrigen ist wohl zu berücksichtigen, daß derartige Ausscheidungen nicht schlechthin einen Maßstab bilden für hohen mineralischen Nährstoffgehalt des Untergrundes, sondern in erster Linie Reduktionserscheinungen anzeigen. Dieselben vollziehen sich bisweilen auf vollkommen kalkfreiem Untergrunde (vergl. dagegen Früh).

Im Blindensee, zu dem wir nun wieder zurückkehren wollen, fehlen nicht nur die verhältnismäßig größeren sondern auch die kleineren Schaltiere, welche zum Aufbau ihrer Schalen Kalk benötigen, nämlich die Ostracoden; wenigstens fand ich keine solchen. Dagegen ist er ziemlich reich an kleinen *Copepoden* und *Daphniden*, auf welche und andere kleinere Wesen die räuberische, glashelle Larve der Büschelmücke *(Corethra plumicornis)* Jagd macht. Auch Larven von *Ceratopogon* und *Tanypus* beherbergt er, wie auch die benachbarten Schlenken und die Lachen des Wolfbauernmoors. Ihr Vorkommen beweist zur Genüge, daß der Blindensee nicht so arm an organischem, besonders auch an animalischem Leben ist, wie man oft die Hochmoorseen geschildert findet. Allerdings zeigt er nicht das reiche Tier- und Pflanzenleben, das wir in den Weihern des Schwenninger Zwischenmoors, zumal im Moosweiher und den Gewässern der Weiherwiesen bewunderten. Was ihn aber von diesen, die mehr oder weniger als Restseen aufzufassen sind, besonders noch unterscheidet, das ist der Mangel an den charakteristischen seebewohnenden Flagellaten (*Dinobryon sertularia* und *stipitatum*, *Ceratium*, *Peridinium tabulatum* u. a.), und diese Tatsachen, wie auch die topographischen Verhältnisse, beweisen klar, daß die Schonacher Hochmoore nicht im oben bezeichneten Sinn lakustren Ursprungs sind. *Dinobryon sertularia* und *Peridinium tabulatum* fand ich allerdings, erstere spärlich, letztere häufig, im genannten Weiher beim Wolfbauernhof, welcher das Wasser des gleichnamigen Moors, aber auch noch von anderen Örtlichkeiten sammelt. Allein der See liegt ziemlich weit entfernt vom Moor, kann auch diese

Bewohner durch Vermittlung von Wasservögeln, zumal Wildenten, von auswärts bekommen haben.

Die mikroskopische Untersuchung des mit dem Netz gefischten Wassers vom Blindensee ergab einige seltenere Rädertiere, Flagellaten und Algen: *Stephanops longispinatus*, *Mallomonas Ploessli* (in Unmenge im Sommer 1902 gefunden; im Schwenninger und Dürrheimer Moor sehr selten), die außerordentlich seltene Desmidiacee *Penium spirostriolatum* Barker und die an ins Wasser gefallenem Holz und Reisig wachsende, den Florideen angehörige Alge *Batrachospermum vagum*, welche oben schon von den ostfriesischen Mooren angeführt ist.

Fassen wir das Bild dieser beiden Hochmoore in wenigen Zügen zusammen, so ergeben sich als Unterschiede gegenüber dem Schwenninger Zwischenmoor folgende: *Sphagnum* herrscht unter den Laubmoosen in weit höherem Maße vor als hier; daneben tritt, zumal auf dem Wolfbauernmoor, ähnlich wie im Schwenninger Hochmoorteil, *Polytrichum* (meist *commune* und *strictum*, im Stich *gracile*) auf, während die im Schwenninger Flachmoorteil sehr häufigen, im Hochmoor nur in wenigen Arten vorkommenden Hypnaceen fast ganz fehlen; nur *Aulacomnium* ist noch häufig. Mit *Sphagnum* treten viel zahlreicher als im Schwenninger Moor auf: *Vaccinium oxycoccus*, *vitis idaea*, *uliginosum*, *Andromeda polifolia* (in Schwenningen ausgerottet, neuerdings wieder eingesetzt), besonders auch *Drosera rotundifolia*. Unter den *Juncus*-Arten stehen *Juncus squarrosus* und *filiformis* (beide in Schwenningen fehlend), auch die in letzterem Moor so häufige *J. acutiflorus* obenan, unter den Seggen *Carex pauciflorus* (in Schwenningen fehlend), in geringerem Grade *C. echinata*.

Eine lange Reihe auf dem Schwenninger Zwischenmoor häufiger Arten, Gattungen und Familien fehlt den nährstoffärmeren Schonacher Hochmooren ganz oder fast ganz. Von Characeen fand ich hier keine Spur. Weiter fehlen: *Triglochin palustris*, *Typha* und *Sparganium* (auch *minimum*, das in den Gebirgen sonst sehr hoch emporsteigt), ebenso die *Lemna*-Arten, welche überhaupt die Gebirge meiden, ferner *Phragmites*, *Phalaris arundinacea*, eigentliche Wiesengräser, Arten von *Scirpus* (unter ihnen auch der auf den Mooren des Buntsandsteins so häufige *Sc. setaceus*), *Rumex*, *Polygonum*, Caryophyllaceen (unter ihnen die charakteristischen Kieselpflanzen des Schwenninger Zwischenmoors), Cruciferen, Hypericaceen, Lythraceen, Hippuris, Umbelliferen, Primulaceen (keine *Lysimachia* gefunden), Labiatae,

Utricularia, sowie die im Schwenninger und Dürrheimer Moor so häufigen *Cirsium*-Arten mit ihren Bastarden. Auch die Weiden sind sehr spärlich und nur durch eine einzige Art vertreten; *Salix aurita* kommt in wenigen Exemplaren auf der Höhe des Wolfbauernmoors vor. Dagegen macht sich auf den Schonacher Hochmooren, zumal auf dem Blindenseemoor, von der Ferne schon das starke, bestandbildende Auftreten der Sumpfkiefer geltend, die dem Schwenninger Moore gänzlich fehlt.

Auf dem Wolfbauernmoor ist *Lycopodium selago* (in Schwenningen fehlend) je und je zu treffen; *Batrachospermum vagum*, im Schwenninger Moosweiher und in einem Stichgraben nur spurenweise gefunden, kommt im Blindensee ungemein zahlreich vor. Unter den mikroskopischen Algen sind die Bacillariaceen (Diatomeen) nur in den Randpartien, besonders im Abzugsgraben des Wolfbauernmoors und in dem dazu gehörigen Weiher, stärker, im eigentlichen Moor jedoch nicht stärker vertreten als in Schwenningen (als Seltenheit möchte ich *Vanheurckia vulgaris* nennen), die Desmidiaceen dagegen, zumal in den eigentlichen Moorgewässern, entschieden zahlreicher und in selteneren Arten vorhanden als dort (z. B. *Gymnozyga* oder *Bambusina Brebissoni*, *Penium spirostriolatum*, *Closterium didymotocum*).

Was mir aber hinsichtlich der Mikroorganismen von ganz besonderer Wichtigkeit scheint und einen Hauptunterschied gegenüber dem Schwenninger Moor ausmacht, ist die Armut der Schonacher Hochmoore an Schwefelbakterien. Dieser Umstand erklärt sich ohne weiteres aus dem Fehlen schwefelhaltiger Bestandteile im Granit. Die äußerst geringe Beimengung von Pyrit verschwindet bei der Verwitterung spurlos aus dem Granitboden. Die Schwenninger Moore gehören dagegen den Gipskeupergebieten an. Nirgends beobachtete ich größere weiße oder rote Überzüge auf dem Schlamm der Schlenken und Seen wie in Schwenningen und Dürrheim. Bei der mikroskopischen Untersuchung fand ich wohl je und je *Beggiatoa*, niemals aber fiel mir *Thiothrix* oder gar *Lamprocystis roseo-persicina* auf.

Das Wasser in beiden Schonacher Hochmooren ist bräunlich und sehr kalkarm (vergleiche indes das erwähnte Vorkommen von Muscheln und Muschelkrebsen auf dem Wolfbauernmoor). Der geringe, vom Natronkalkfeldspat herrührende Kalkgehalt geht bei der schnellen Verwitterung dieses Granitgemengteils sehr schnell verloren und ist auf dem Moor bis auf Spuren ausgelaugt. Im tieferen

Moor käme er auch ohnehin wegen der Mächtigkeit der Torfablagerung nicht mehr in Betracht. Daher die Üppigkeit des Sphagnetums und der in demselben wachsenden mykotrophen Pflanzen, daher aber auch — von der Armut an Nahrungsstoffen abgesehen — der Mangel an Wasserschnecken.

Eine interessante botanische Erscheinung, die ich auf den anderen von mir untersuchten Mooren nicht beobachtet habe, möge hier noch Erwähnung finden; sie zeigt sich im Abzugsgraben des Wolfbauernmoors im moorigen Turntale. Die Ränder des Grabens sind wie die von demselben durchzogenen Wiesen mit *Juncus acutiflorus* besetzt, der granitsandige Boden desselben dagegen stellenweise massenhaft mit der flutenden Form der zurückliegenden Binse, mit *J. supinus* var. *fluitans* bewachsen (in den Auricher Mooren sah ich häufig die Schwesterform *uliginosus*). An diesem Standort kann die Pflanze nur in trockenen Sommern ihre dreimännigen Blüten entfalten; in feuchten bleibt sie im rasch fließenden kalten Wasser fast ganz untergetaucht und entwickelt lange, dünne Halme, die aus den Gelenken Adventivwurzeln treiben. Blütenknospen werden vielfach angesetzt, bleiben jedoch, wenn der Wasserstand nicht fällt, geschlossen. Ein großer Teil der Blütenansätze „verlaubt", wird also zu blütenbürtigen Laubknospen (ähnlich wie bei *Poa alpina* f. *vivipara* und der von mir in Schwenninger Moorgräben gefundenen lebendig gebärenden Form von *P. trivialis*), die sich auf der Mutterpflanze zu jungen, bewurzelten Pflanzen entwickeln und später ablösen. — Zwischen diesen flutenden Binsenhalmen fand ich im Sommer 1902 häufig die neuerdings vielbesprochene *Planaria alpina*, die bekanntlich kalte Gebirgsbäche bewohnt, und den seltenen *Micrasterias papillifera*.

Was die charakteristische, in der Mitte flach gewölbte Form des Hochmoors betrifft, so kann dieselbe nur auf dem in seinem größeren Teile eben gelegenen Blindenseemoor, nicht aber auf dem teils eine Mulde auf der Hochfläche erfüllenden, teils an einem nach Nordwesten gerichteten Abhang sich hinziehenden Wolfbauernmoor recht zur Geltung kommen. Der Blindensee dagegen und seine unmittelbare Umgebung stellen in topographischer, wie in floristischer und entwicklungsgeschichtlicher Beziehung den Kulminationspunkt dieses Hochmoors dar. Endlich sei noch die eigentümliche Tatsache erwähnt, auf welche in den Erläuterungen zu Blatt Triberg aufmerksam gemacht wird, daß fast alle Hochmoore des Schwarzwaldes, soweit sie im Bereiche des Grundgebirges liegen, fast ausschließlich

an eine granitische Unterlage gebunden sind, den Gneis hingegen meiden[1]. Das hängt nach Sauer augenscheinlich mit der eigentümlichen Ausgestaltung der Granitlandschaft und zugleich mit den besonderen Verwitterungserscheinungen im Granitgebiet zusammen.

2. Entstehung der Schonacher Hochmoore.

Wie Sauer in seinen Erläuterungen zur geologischen Karte, Blatt Triberg, sagt, ist wohl anzunehmen, daß die Vermoorung dieser Gebiete in kleineren oder größeren Mulden auf der Hochfläche, also in Sümpfen ihren Anfang genommen hat. Nebenbei aber mag die Torfbildung da und dort durch Ansiedlung von *Sphagnum*-Rasen auf dem durch Algen und Flechten zubereiteten Granitboden begonnen und sich durch peripheres Wachstum des Sphagnetums weiter verbreitet haben. Das Wolfbauernmoor liegt in einer sattelförmigen Einsenkung, ebenso der Sumpfkiefernwald zwischen ihm und dem Blindenseemoor, und auch dieses fällt teilweise in eine Depression. Der durch Verwitterung des Feldspats entstandene, hier zusammengeschwemmte Tonschlamm verhinderte das Versickern des im hohen Schwarzwald sehr reichlichen Niederschlagswassers. Soweit dieses nicht an den Gehängen des Gebirgssattels nach Süden zum Prech-, nach Norden zum Gutachtal abfließen konnte, sammelte es sich in den Mulden, vermochte aber wegen des günstigen Abflusses und der geringen Tiefe der Einsenkungen keine größeren Seen zu bilden (vergl. das Fehlen gewisser Planktonorganismen in den Moorgewässern, zumal von Ceratium, *Dinobryon sertularia* und *stipitatum*) sondern nur sumpfige Niederungen, in welchen sich zuerst eine limnetische, später eine telmatische Vegetation ansiedelte.

An manchen Stellen sind diese Sümpfe durch Bildung eines Scheuchzerietums am Rande, sowie durch Erhöhung des Bodens infolge der Ablagerung von Sapropel- und Torfschichten verlandet worden. Da und dort hat sich wohl auch ein Vaginetum angesetzt (*Eriophorum vaginatum* ist auf beiden Mooren sehr häufig). Frühe schon erhob sich auf dem von der einen wie von der anderen Vegetation gebildeten Torf, genährt durch die große Luftfeuchtigkeit und die wässerigen Niederschläge, ein Sphagnetum, in den Sümpfen mit kleineren und größeren Schwingrasen von *Sphagnum cuspidatum, mollissimum, riparium* und *recurvum*, an weniger nassen Stellen mit den sonst festen Tonboden überziehenden Arten:

[1] Erläuterungen zu Blatt Triberg S. 10.

S. acutifolium, *compactum*, *cymbifolium* u. a. Dieses Sphagnetum zeigte mit zunehmender Erhöhung zugleich ein starkes zentrifugales Wachstum und breitete sich nicht nur über die ehemaligen Einsenkungen aus, sondern stieg bei fortschreitendem Wachstum in den muldenförmigen Vertiefungen der Abhänge hinab, wie wir das bei beiden Mooren, besonders aber am Abhang des Wolfbauernmoors deutlich sehen — Gehängemoore.

Oben wurde schon angedeutet, daß da oder dort in der an wässerigen Niederschlägen reichen Gebirgsregion auf mineralischem, die Feuchtigkeit festhaltendem Tonboden oder auf einer von Flechten herrührenden Humusdecke, welche ebenfalls die Feuchtigkeit zurückhält, ein Sphagnetum entstanden sein und sich weitergebildet haben mag, wie das auch sonst in höheren niederschlagsreichen Gegenden vorkommt und wie wir ähnliche Sphagneten in Gebirgswäldern antreffen.

Das Wolfbauernmoor zeigt auf der Hochfläche nur unbedeutende flache Wasseransammlungen, da es auf der Wasserscheide liegt und sein Wasser am stark geneigten Gehänge abläuft; meist rühren sie von Stichen her. Anders das Blindenseemoor, welches in seinem höher gelegenen Teil, nahe dem Südrande, den etwa 30 m im Durchmesser haltenden, fast kreisrunden, 2—3 m tiefen Blindensee enthält. Seine Ufer sind an der West-, Nord- und Ostseite steil und hohlkehlig übergeneigt, indem die anstoßende Pflanzendecke, bestehend aus *Sphagnum*, *Andromeda*, *Vaccinium oxycoccus*, *Drosera*, auf dem Wasserspiegel schwingrasenähnlich hineinwächst. Die Südseite zeigt durch einen Bestand von *Scheuchzeria palustris*, durch seichteres Wasser mit ausgedehnten Watten von *Mougeotia nummuloides* und *parvula*, *Ulothrix subtilis*, durch flacheres Ufer mit Schwingrasen von *Sphagnum cuspidatum*, *turfaceum*, *riparium* und *recurvum* und der ebengenannten binsenartigen Juncaginacee, daß hier ein Verlandungsprozeß stattgefunden hat und noch stattfindet. Dieser Stelle gegenüber am steilen Nordufer hat der See einen schwachen Abfluß, ist also kein Blindsee im strengen Sinne des Wortes.

Nach Klinge hat der Hochmoorteich den Zweck, das vom Moor nicht festgehaltene Meteorwasser, besonders das Schmelzwasser des Schnees, zu sammeln. Er ist also eine notwendige, vom Moor selbst hervorgerufene Einrichtung und, wie schon gesagt, nicht als Restsee wie mehrere Schwenninger Zwischenmoorseen anzusehen. Die Erklärung, welche C. A. Weber in seiner vortrefflichen Be-

schreibung des Augstumalmoors im Memeldelta über den Ursprung derartiger Moorteiche gibt, mag auch beim Blindensee zutreffend und daher hier angeführt sein.

Der See wird in weiterer Umgebung von zahlreichen feuchten Moosbulten (nur an den Rändern und am Abhang gegen das Fuchsbachtal sehen wir auch viele trockene Heidbulte) eingefaßt. Bei unvorsichtigem Gehen treten wir zuweilen in die zwischen denselben befindlichen Mulden und sinken tief ein. Solche nasse Schlenken sind, besonders wenn sie bei größerer Entfernung der Bulte voneinander einen größeren Raum einnehmen, stets von *Sphagnum cuspidatum* und, wo eine größere Wasserfläche vorhanden ist, auch von seiner Varietät *plumosum* besetzt. Da und dort siedeln sich nun, wie schon beim Schwenninger Moor gesagt wurde, Fadenalgen, besonders *Mougeotia*- und *Ulothrix*-Arten, Spirogyren und andere Zygnemaceen im Verein mit Desmidiaceen und Chlorophyceen an. In Zeiten der Trockenheit bilden diese einen zusammenhängenden dünnen Teppich, sogenanntes Meteorpapier, und ersticken durch Entziehung von Luft und Licht die sehr luft- und lichtbedürftigen Sphagnen, so daß nun eine fast vegetationslose Mulde entsteht, welche durch den Winterfrost noch schärfer ausgeprägt und umrandet werden kann. Füllt sich diese zur Regenzeit oder zur Zeit der Schneeschmelze wieder, so werden die Ufer durch das Wasser ausgespannt und durch den Wellenschlag, der den Sphagnen nicht zusagt, da und dort ausgenagt und so der See erweitert. Durch die Abwechslung trockener und feuchter Perioden, durch die Wirkungen des Frostes und des Wellenschlags nimmt die Erweiterung und Vertiefung des Beckens ihren Fortgang. Wohl kann ein solcher Teich schon nach kürzerer Zeit von schwimmenden *Sphagnum*-Rasen wieder ausgefüllt und so für die Vegetation zurückerobert werden. Allein dieser Fall wird da nicht eintreten, wo viel Wasser sich ansammelt, und so kann es geschehen, daß eine ursprüngliche größere Schlenke im Lauf der Jahre zu einem kreis- oder länglichrunden Hochmoorsee ausgeweitet und vertieft wird, und diese Vertiefung dient als Sammelbecken für das überschüssige Wasser des Moors.

Wie es scheint, hat die fortschreitende, durch *Scheuchzeria palustris*, *Sphagnum cuspidatum*, *riparium* und *recurvum* bewirkte Verlandung dem Blindensee auf der Südseite schon ziemlich viel Land abgerungen; auch an den andern Seiten scheinen die Uferpflanzen (*Sphagnum*, *Drosera*, *Andromeda*, *Vaccinium oxycoccus*) kleine Eroberungen zu machen, da der Wellenschlag, durch den

ziemlich hoch gewordenen Sumpfkiefernwald abgeschwächt, ihnen wenig Hindernisse mehr in den Weg legt. Es ist sonach vorauszusehen, daß, falls die verlandenden Faktoren in gleicher Weise fortwirken können, und die Entwässerung des Moors weiter geht, dieser geheimnisvolle See im Lauf der Jahre noch mehr verkleinert werden und endlich gar verschwinden wird. Jedenfalls ist auch seine Tiefe gegenüber von früher durch auffüllende, aus der Algenvegetation der Oberfläche (hier hauptsächlich *Mougeotia*) und des Grundes (dort vorwiegend *Batrachospermum vagum*, Desmidiaceen und Bacillariaceen), sowie aus den Resten der den See bevölkernden Tierwelt hervorgegangenen Sapropelschichten schon bedeutend verringert worden.

Erklärt sich nach Weber die Bildung gewisser Hochmoorseen aus dem Einfluß einer Algendecke auf einen *Sphagnum*-Rasen und aus dem Wechsel trockener und niederschlagsreicher Perioden, so ist es nach demselben Forscher noch eine andere Erscheinung der Hochmoore, auch der in Rede stehenden, welche mit letzterem Wechsel zusammenhängt, nämlich die Entstehung der Bulte.

Auf dem Schwenninger Zwischenmoor lernten wir Bulte kennen, welche wir aus emporgewachsenen Rasen gewisser Seggen, besonders *Carex paniculata* und *canescens*, erklären mußten, wie uns solche Entstehungsweise das Dürrheimer Flachmoor noch heute vor Augen führt. Dies gilt wohl insbesondere von den Bulten am Südwestrande des Moors beim Zollhaus, welche jedenfalls außerhalb des ehemals einen größeren Umfang einnehmenden Sphagnetums lagen; ob auch von den nördlich vom Mooswäldle niedriger gelegenen, könnte durch Untersuchung derselben, wozu mir leider die Zeit mangelte, festgestellt werden. Es wäre nicht unmöglich, daß ein Teil der letzteren einst noch innerhalb des Sphagnetums, nahe dem Rande desselben gelegen hätte, und in diesem Falle würden sie als ursprüngliche Moos- und spätere Heidbulte dieselbe Entstehung haben wie die Bulte der Hochmoore.

Das Wolfbauernmoor hat keine Bulte; es ist ein Gehängemoor, auf dem wegen des Wasserabflusses die weiter unten besprochenen Unterschiede und Veränderungen in bezug auf Trockenheit und Feuchtigkeit keine so große Rolle spielen konnten wie an ebener gelegenen Stellen. Wie oben erwähnt, treten aber Bulte im Sumpfkiefernwalde südlich vom Wolfbauernhof auf. Daß dieser Bestand zum Rande des Moors (aber nicht des Wolfbauern- sondern des Blindenseemoors) zu rechnen ist, gibt sich schon aus dem viel höheren und kräftigeren Wuchs zu erkennen, den hier die Sumpfkiefern wie

auch die etwas weiter nordwärts stehenden Moorbirken *(Betula pubescens)* im Gegensatz zu den inmitten des Moores wachsenden haben. Am Moorrande finden die Bäume natürlich mehr Nahrungsstoffe als in der Mittelfläche desselben, da ihre Wurzeln dort die nicht so mächtige Torfablagerung durchdringen und in mineralischen Boden gelangen können, während sie hier nur aus dem Torf ihre Nahrung ziehen müssen. Diese Tatsachen beobachten wir, wie oben angeführt, auch auf dem Blindenseemoor, wo die Sumpfkiefern am südlichen Rande, unweit des Blindensees, in Gesellschaft von Birken und Fichten ihre höchste Entwicklung erreichen.

Die Bulte des zuerst genannten Sumpfkiefernbestandes sind nach ihrer schon oben angegebenen Vegetation (etwas *Sphagnum*, *Carex echinata* und *pauciflora*, *Juncus squarrosus*, *Vaccinium uliginosum*, *oxycoccus* und *myrtillus*) als Heidbulte anzusprechen. Nicht selten erhebt sich aus einem solchen eine *Pinus montana*. Ursprünglich waren diese Vegetationshügel nach der Erklärung Weber's Moosbulte, entstanden durch das rasche Emporwachsen gewisser Torfmoosarten an Heidesträuchern (weniger *Calluna* als *Vaccinium uliginosum* und *myrtillus*, auch *Andromeda polifolia*), welche sich im Sphagnetum in Zeiten größerer Trockenheit angesiedelt hatten. Dieses rasche Überwachsen der Sträucher durch die Torfmoose konnte nur in feuchten Perioden geschehen und hatte die Bildung hügelartiger Erhebungen zur Folge. Wenn sich das Sphagnetum unter dem Einfluß einer später folgenden Periode größerer Trockenheit verdichtete, so zogen sich die früher nassen Schlenken zwischen den Bulten mit ihrem jedenfalls lockereren Gefüge mehr zusammen als die festeren Moosbulte selbst, so daß diese noch mehr aus dem Sphagnetum hervorragten. Mit zunehmender Austrocknung gab der Moosbult geeignete Plätze zur Ansiedelung von Heidesträuchern und wurde so zum Heidbult, der schließlich sogar von einem größeres Strauch oder kleineren Baum (Birke oder Sumpfkiefer) besiedelt werden konnte.

Deutlicher noch als im Sumpfkiefernwald und am Nordrande des Blindenseemoors treten die Heidbulte an der sanften Ostabdachung desselben Moors gegen den Blindenhof auf. Hier ist infolge der Entwässerung der Moorboden trockener geworden, und die Bulte zeigen keine Spur mehr von *Sphagnum*, auch nicht mehr von den große Feuchtigkeit liebenden oben genannten Seggen, sondern sind rein mit Heidesträuchern *(Vaccinium uliginosum* und *myrtillus*, *Andromeda polifolia*, vorwiegend aber mit *Calluna vulgaris)* bewachsen.

VIII. Vergleichende Zusammenstellung der wichtigsten, die Pflanzendecke des Schwenninger Zwischenmoors, der Dürrheimer Flach- und der Schonacher Hochmoore bildenden Arten.

Die S. 108—112 folgende Pflanzenliste ist nach Art der früheren, S. 79—81, aufgestellt. Bei Dürrheim bedeutet U = Unterwuhr-, A = Ankenbuckmoor, bei Schonach W = Wolfbauern-, B = Blindenseemoor. Es wurden hier nur diejenigen Arten aufgenommen, welche für die Charakteristik der drei Moore von Bedeutung sind.

Anschließend an diese vergleichende Zusammenstellung mögen hier noch einige weniger charakteristische Pflanzen der drei Moore aufgeführt und mit kurzen Bemerkungen begleitet werden.

Von Pilzen trifft man auf den Rändern des Schwenninger Moors häufig *Lycoperdon gemmatum*, *Bovista nigrescens* und *plumbea*, seltener *Tulostoma mammosum*; von Flechten nicht selten *Cladonia macilenta* und *furcata*, häufig auch *Peltigera canina*.

Marchantia polymorpha tritt am Westufer des Moosweihers sowie im Salinenmoos mit dünnem, großem, vielfach gegabeltem Thallus und meist roter Mittelrippe auf — var. *fontana*, an Moorgrabenrändern meist mit dickerem, kürzerem Laub, hier aber nicht unfruchtbar wie an feuchten Mauern — var. *domestica*.

Zu den acht oben genannten Arten von *Sphagnum* kommen noch folgende Formen: *Sph. cymbifolium* tritt im Schwenninger Moor sehr häufig in der schön roten Form *purpurascens*, nicht so häufig als var. *subbicolor* auf. *Sph. papillosum*, zur Gruppe *Cymbifolia* gehörig, findet sich nicht selten zwischen *Sph. cymbifolium* eingesprengt, ebenso das meist rötliche *Sph. medium*. Auf dem Wolfbauermoor ist an trockeneren Stellen neben der Stammform *Sph. acutifolium* die niedrige, sehr dicht gedrängte Varietät *purpureum* häufig, im feuchten Sphagnetum des Schwenninger Moors das wie die zwei folgenden Arten zur *Acutifolia*-Gruppe gehörige *Sph. subnitens* nicht selten, und *Sph. rubellum* findet sich eben dort zerstreut, gewöhnlich in der Stammform, seltener in der Form *flavum*, während *Sph. molle* mehr den trockeneren Randpartien des Sphagnetums in der Nähe des Moosweihers und der Dürrheimer Grenze angehört. Von *Sph. compactum*, auf Schwenninger Hochmoor häufig, kommt var. *squarrulosum* Russow seltener vor. Die zur Gruppe

	Schwenningen		Dürrheim		Schonach	
	F M	H M	U	A	W	B
1. *Galera hypni*	2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
2. *G. hypni* var. *sphagnorum*	. . .	3	. . .	. . .	3	3
3. *Cladonia rangiferina*	3	3	. . .	. . .	3	3
4. „ *coccifera*	1	2	. . .	. . .	2	2
5. *Cetraria islandica*	. . .	. . .	. . .	. . .	1	2
6. *Scapania uliginosa*	. . .	. . .	. . .	. . .	2	1
7. *Sphagnum cymbifolium*	. . .	3	. . .	. . .	3	3
8. „ *turfaceum*	. . .	2	. . .	. . .	1	2
9. „ *acutifolium*	. . .	3	. . .	. . .	3	2
10. „ *compactum*	. . .	3	. . .	. . .	2	2
11. „ *subsecundum*	3	1	. . .	. . .	. . .	. . .
12. „ *cuspidatum*	. . .	3	. . .	. . .	3	3
13. „ *recurvum*	. . .	2	. . .	. . .	3	3
14. „ *riparium*	. . .	2	. . .	. . .	3	3
15. *Polytrichum commune*	. . .	2	. . .	. . .	3	2
16. „ *strictum*	. . .	3	. . .	. . .	3	2
17. „ *gracile*	. . .	2	. . .	. . .	2	1
18. „ *juniperinum*	2	. . .	. . .	. . .	1	1
Leucobryum glaucum	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
19. *Hypnum fluitans*	3	2	2	2	2	2
20. „ *exannulatum*	3	1	2	2	?	?
21. „ *cuspidatum*	3	2	3	3	?	?
22. „ *stramineum*	3	1	3	3	?	?
23. „ *falcatum* BRID.	2	. . .	2	2	. . .	. . .
24. *Climacium dendroides*	3	. . .	3	3	. . .	. . .
25. *Aulacomnium palustre*	2	3	. . .	. . .	2	2
26. *Philonotis fontana*	2	. . .	2	2	. . .	. . .
27. „ *calcarea*	2	. . .	2	2	. . .	. . .
28. „ *caespitosa*	3	. . .	3	3	. . .	. . .
29. *Bryum bimum*	3	1	2	2	?	?
30. „ *Duvali*	. . .	2	. . .	. . .	2	2
31. *Webera nutans*	. . .	2	. . .	. . .	2	2
32. *Weisia viridula*	2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
33. *Ceratodon purpureus*	3	2	. . .	. . .	2	2
34. *Aspidium spinulosum*	. . .	2	. . .	. . .	. . .	. . .
„ *cristatum*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
35. *Equisetum limosum*	3	1	2	2	1	1
36. *Lycopodium clavatum*	. . .	2	. . .	. . .	1	1
37. „ *selago*	. . .	. . .	. . .	. . .	2	1
„ *inundatum*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
38. *Juniperus communis*	1	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
39. *Pinus montana* var. *uncinata*	. . .	. . .	. . .	. . .	1	3
40. „ *silvestris*	3	2	. . .	. . .	2	2

	Schwenningen		Dürrheim		Schonach	
	FM	HM	U	A	W	B
41. *Picea excelsa*	2	1	. . .	. . .	2	2
Typha angustifolia	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
42. „ *latifolia*	3	. . .	3	3	. . .	. . .
43. *Sparganium minimum*	2	2	. . .	. . .	. . .	. . .
44. *Potamogeton natans*	3	1	. . .	. . .	. . .	. . .
45. *Scheuchzeria palustris*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	2
46. *Triglochin palustris*	3	1	2	2	. . .	. . .
Butomus umbellatus	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
47. *Phalaris arundinacea*	½	. . .	2	3	. . .	. . .
48. *Anthoxanthum odoratum*	3	1	3	3	?	?
49. *Agrostis canina*	3	2	3	3	2	2
Calamagrostis epigeios	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
50. *Aira flexuosa*	3	2	. . .	. . .	2	2
„ *caespitosa*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
51. *Phragmites communis*	1	. . .	. . .	3	. . .	. . .
52. *Triodia decumbens*	3	2	. . .	. . .	2	2
53. *Molinia caerulea*	3	2	1	1	2	2
54. *Glyceria fluitans*	3	2	3	3	2	1
„ *plicata*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
55. *Festuca ovina* var. *duriuscula*	2	1	. . .	. . .	. . .	. . .
56. „ *fallax*	1	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
57. *Nardus stricta*	3	1	. . .	. . .	3 R	3 R
Cladium mariscus	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Rhynchospora alba	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
58. *Heleocharis palustris*	3	. . .	2	2	. . .	. . .
59. „ *acicularis*	2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
60. „ *uniglumis*	1	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
61. *Scirpus silvaticus*	3	. . .	2	2	. . .	. . .
62. „ *Tabernaemontani*	3	. . .	2	3	. . .	. . .
„ *lacustris*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
„ *caespitosus*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
63. *Eriophorum vaginatum*	. . .	3	. . .	. . .	3	3
64. „ *polystachium*	3	2	. . .	. . .	2	2
65. „ *latifolium*	2	1	2	2	. . .	. . .
66. *Carex Davalliana*	. . .	. . .	2	. . .	. . .	. . .
67. „ *pauciflora*	. . .	. . .	. . .	. . .	2	3
68. „ *paniculata*	2	. . .	. . .	3	. . .	. . .
69. „ *teretiuscula*	3	. . .	. . .	2	. . .	. . .
70. „ *leporina*	3	1	2	2	2	2
71. „ *echinata*	2	1	. . .	. . .	2	2
72. „ *canescens*	2	3	. . .	. . .	2	2
„ *stricta*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
73. „ *Goodenoughi*	3	2	3	3	2	2
74. „ *pseudocyperus*	2	. . .	. . .	3	. . .	. . .

	Schwenningen		Dürrheim		Schonach	
	F M	H M	U	A	W	B
75. *Carex flava*	3	2	2	2	3	3
76. „ *panicea*	2	. . .	2	2	1 R	1 R
77. „ *rostrata*	3	2	3	3	2	2
78. „ *vesicaria*	2	2	. . .	. . .	. . .	. . .
79. *Lemna trisulca*	1	. . .	2	3	. . .	. . .
80. „ *minor*	3	2	2	3	. . .	. . .
81. *Juncus glaucus*	2	. . .	3	3	. . .	. . .
82. „ *effusus*	1	. . .	2	1	. . .	. . .
83. „ *Leersi*	3	3	2	3	3	2
84. „ *filiformis*	. . .	. . .	. . .	. . .	2	2
85. „ *supinus*	2	1	. . .	. . .	1 R	. . .
86. „ „ *fluitans*	. . .	. . .	. . .	. . .	2 R	. . .
87. „ *acutiflorus*	3	2	3	3	2	2
„ *obtusiflorus*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
88. „ *squarrosus*	. . .	. . .	. . .	. . .	3	3
89. *Luzula multiflora*	2	1	2	2	. . .	. . .
Narthecium ossifragum	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Iris pseudacorus	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
90. *Orchis latifolia*	3	1	. . .	. . .	1	1
91. „ *incarnata*	2	1	. . .	. . .	. . .	. . .
92. *Platanthera bifolia*	1	2	. . .	. . .	2	2
93. *Epipactis palustris*	2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Myrica gale	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
94. *Populus tremula*	3	2	. . .	. . .	. . .	. . .
95. *Salix pentandra*	2	. . .	. . .	1	. . .	. . .
96. „ *repens*	3	3	. . .	. . .	. . .	. . .
97. „ *livida*	. . .	2	. . .	. . .	. . .	. . .
98. „ *cinerea*	3	2	. . .	1	. . .	. . .
99. „ *aurita*	2	3	. . .	. . .	2	?
100. *Betula verrucosa*	2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
101. „ *pubescens*	2	3	. . .	. . .	3	3
„ *humilis*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
„ *nana*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
102. *Alnus glutinosa*	1	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Rumex acetosella	3	2	. . .	. . .	. . .	. . .
Polygonum amphibium var. *terrestre*	3	. . .	3	3	. . .	. . .
103. *Dianthus deltoides*	3	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Coronaria flos cuculi	3	. . .	3	3	. . .	. . .
104. *Stellaria graminea*	3	. . .	3	1	. . .	. . .
105. *Sagina procumbens*	2	3	. . .	. . .	. . .	. . .
106. „ *nodosa*	2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
107. *Spergula arvensis*	2	1	. . .	. . .	. . .	. . .
108. *Spergularia rubra*	2	2	. . .	. . .	?	?

	Schwenningen		Dürrheim		Schonach	
	F M	H M	U	A	W	B
109. *Scleranthus annuus*	3	2			?	?
110. *Caltha palustris*	3	1	2	3	2	
111. *Ranunculus aquatilis*	2			1		
112. „ *lingua*	2					
113. „ *flammula*	3	3			3	3
114. *R. flammula* var. *reptans*	2					
115. *Ranunculus sceleratus*	2	1				
116. *Nasturtium palustre*	3	2	2	2		
117. *Drosera rotundifolia*		3			3	3
Drosera anglica						
„ *intermedia*						
118. *Parnassia palustris*	2	1			3	2
119. *Pirus aucuparia*	2	3			3	3
120. *Rubus idaeus*	3	1				
121. *Potentilla anserina*	2		2	2		
122. „ *silvestris*	3	3			3	3
123. *Comarum palustre*	2	3			3	3
124. *Filipendula ulmaria*	3		2	3		
125. *Vicia cracca*	2		2	2		
126. *Lotus uliginosus*	3	2	2	2	3	2
127. *Linum catharticum*	3	1	2	2	1 R	1 R
128. *Polygala amara* var. *austriaca*	2					
Empetrum nigrum						
129 *Rhamnus frangula*	3	3				
130. *Hypericum quadrangulum*	3		2			
131. *Viola palustris*	2	3			?	?
132. *Lythrum salicaria*	3		3	3		
133. *Epilobium palustre*	3	3	3	3	3	3
134. *Myriophyllum verticillatum*				1		
135. *Hippuris vulgaris*	1			3		
Hydrocotyle vulgaris						
136. *Silaus pratensis*	2		2	2		
137. *Oenanthe aquatica*	1					
138. *Selinum carvifolia*	3	2				
139. *Peucedanum palustre*	3	2				
140. *Angelica silvestris*	2		2	2		
Ledum palustre						
141. *Andromeda polifolia*					2	3
142. *Vaccinium oxycoccus*		2			3	3
143. „ *vitis idaea*	1				3	3
144. „ *myrtillus*	2				2	1
145. „ *uliginosum*	2	3			3	3
Erica tetralix						
146. *Calluna vulgaris*	2	3			3	3

	Schwenningen		Dürrheim		Schonach	
	FM	HM	U	A	W	B
147. *Lysimachia thyrsiflora*	3	. . .	. . .	2	. . .	. . .
Trientalis europaea	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
148. *Menyanthes trifoliata* .	1	. . .	. . .	. . .	3	3
Gentiana pneumonanthe . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
149. „ *verna*	3	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
150. *Scutellaria galericulata*	2	. . .	. . .	2	. . .	. . .
151. *Lycopus europaeus*	3	1	3	3	. . .	. . .
152. *Mentha aquatica* var. *verticillata*	3	2	2	3	. . .	. . .
153. „ *grata*	1	. . .	2	2	. . .	. . .
Gratiola officinalis	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
154. *Veronica scutellata* . . .	3	2	. . .	. . .	. . .	. . .
155. *Euphrasia stricta* . . .	2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
156. *Alectorolophus minor*	3	. . .	2	2	. . .	. . .
157. *Pedicularis silvatica* . .	3	2	1	3	3	3
158. „ *palustris* .	3	3	1	2	3	3
159. *Melampyrum pratense* .	2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
160. *M. prat.* var. *paludosum* .	. . .	. . .	. . .	. . .	3	3
161. *Pinguicula vulgaris* . .	. . .	. . .	. . .	. . .	3	3
162. *Utricularia minor* . . .	2	3	. . .	. . .	. . .	. . .
163. „ *vulgaris* . .	2	. . .	. . .	3	. . .	. . .
164. *Galium palustre*	3	. . .	3	3	. . .	. . .
165. „ *uliginosum*	3	2	3	3	. . .	. . .
166. „ *saxatile*	. . .	. . .	. . .	. . .	2 R	2 R
167. *Valeriana dioica*	3	. . .	3	3	. . .	. . .
168. *Succisa pratensis*	3	1	3	3	. . .	. . .
169. *Jasiona perennis*	1	. . .	. . .	. . .	2 R	2 R
„ *montana*	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
170. *Gnaphalium dioicum* . .	2	2	. . .	. . .	2 R	2 R
171. „ *uliginosum* . .	2	2	. . .	. . .	. . .	. . .
172. *Bidens cernuus*	3	2	. . .	. . .	. . .	. . .
173. „ „ var. *minimus* .	2	3	. . .	. . .	. . .	. . .
174. *Achillea ptarmica*	3	. . .	3	3	. . .	. . .
175. *Arnica montana*	1	2	. . .	. . .	3 R	3 R
176. *Senecio spatulifolius*	2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
177. „ *silvaticus*	3	2	. . .	. . .	. . .	. . .
178. *Cirsium palustre*	3	. . .	3	3	. . .	. . .
179. „ *rivulare*	3	. . .	3	3	. . .	. . .
180. *Serratula tinctoria*	2	. . .	1	2	. . .	. . .
181. *Leontodon hastilis*	2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
182. *Hieracium auricula* . .	3	2	. . .	. . .	2	2
183. „ *pratense* . . .	3	2	. . .	. . .	. . .	. . .
184. „ *umbellatum* . .	3	1	. . .	. . .	. . .	. . .
185. „ *silvestre* . .	2	1	. . .	. . .	1	1

Subsecunda zählenden Arten *Sph. inundatum* und *contortum* traf ich häufig zwischen *Sph. subsecundum* am Nordwestrande des Moosweihers; sie gehören also wie diese schon mehr dem Flachmoor an, während *Sph. molluscum* sich in die schwingrasenbildenden, mit *Drosera rotundifolia* bewachsenen Teppiche von *Sph. cuspidatum* am Nordostrande des Moosweihers und am Südrande der Weiherwiesensümpfe mischt, also entschieden dem Hochmoor eigen ist. Von der eben genannten, große Feuchtigkeit liebenden, gewöhnlich die Kolke umsäumenden und als einer der Hauptkomponenten der Schwingrasen auftretenden Art, *Sphagnum cuspidatum*, sind es die oben genannten Formen *plumosum*, *mollissimum* und *submersum*, welche die Kolkgewässer erfüllen und zum Teil den Anfang von Schwingrasen weben.

Eine ähnliche Rolle spielt im Schwenninger Hoch- wie im Flachmoor *Hypnum fluitans* mit den Varietäten *submersum* Schimper und *falcatum* Br. Sch. G., in geringerem Maße auch *H. cuspidatum* mit var. *fluitans* und *Hypnum scorpioides*, dieses besonders am Moosweiher. *H. aduncum* ist häufig an sumpfigen Stellen des Flachmoors, ebenso *H. Kneiffi* mit goldglänzenden Rasen und das goldgrüne *H. stellatum*. *Camptothecium nitens* bewohnt ebenfalls nicht selten Sümpfe und feuchte Stellen des Flachmoors, *Dicranella cerviculata* feuchten Torfboden in alten Stichen und *Ceratodon purpureus* trockene Randstellen, besonders im Nardetum, aber auch trockene Stellen im Stich.

Unter den Farnpflanzen des Schwenninger Moors sind noch zu nennen: *Asplenum filix femina* var. *fissidens* im Hochmoor an einem Torfgraben auf Villinger Markung und *Botrychium lunaria* nur einmal am Ostrande gefunden.

Equisetum palustre ist häufig in Flachmoorsümpfen, auch in den Dürrheimer, seltener in den Schonacher Mooren. *E. limosum* kommt auf ersteren in der Stammform, ebenso als var. *attenuatum* und *Linnaeanum* vor, in den Schonacher Hochmooren besonders in letzterer Form.

Die Grabenflora des Schwenninger und der Dürrheimer Moore weist häufig *Sparganium erectum* und *simplex*, auch *Alisma plantago* auf, während *Potamogeton pusillus* nur im Stichgraben des Kugelmooses sich findet.

Von Gramineen sind auf den trockenen Rändern des Schwenninger Moors ziemlich häufig: *Anthoxanthum odoratum* var. *strictum*, *Agrostis vulgaris*, *Arrhenatherum elatius*, *Holcus lanatus*

und *Briza media*; seltener *Cynosurus cristatus*. *Phleum pratense* var. *nodosum* fand ich am Rande des Salinenmooses, *Alopecurus fulvus* in einer Schlenke des Ostrandes neben *Ranunculus flammula* var. *reptans*. *Agrostis alba* ist häufig im Erlensumpf und Salinenmoos, hier eine Zierde unter den Gräsern, mit rotviolett überlaufenen, Ährchen; *Ag. alba* var. *gigantea* Gaud. (bis 120 cm hoch) am Hauptgraben, im Dürrheimer und Schabelmoor. *Aira flexuosa* kommt auf den Schonacher Mooren meist als var. *montana* mit violetten Ährchen vor; *Glyceria fluitans* traf ich im Abfluß des Wolfbauernmoors mit dem gemeinen Mutterkorn (*Claviceps purpurea* Tulasne), *Molinia caerulea* im Schwenninger Moor einmal mit weißen Blüten, je und je auch mit dem kleinköpfigen Mutterkorn (*Claviceps microcephala* Tul.).

Poa trivialis ist häufig im Schwenninger und in den Dürrheimer Mooren, besonders an Gräben. Wenn die noch ganz junge Blütenrispe ins Wasser taucht, wird die normale Entwicklung der Knospen verhindert; sie „verlauben" alsdann und entwickeln sich auf der Mutterpflanze zu bewurzelten Ablegern, so daß die Rispe eine ähnliche Gestalt annimmt wie bei der in den Alpen häufigen *Poa alpina* f. *vivipara*. (Vergl. *Juncus supinus* var. *fluitans* auf den Schonacher Mooren S. 101.)

Festuca rubra häufig auf dem Hügel der Wasenhütte und beim Mooswäldle, *F. arundinacea* im Dürrheimer Moor, *F. loliacea* (*F. elatior* × *Lolium perenne*) im Salinenmoos; *Bromus erectus* selten an trockenen Randstellen, auf dem Ostrande je und je mit Mutterkorn.

Cyperaceen. Der zierliche *Scirpus setaceus* findet sich im Schwenninger Moor selten in Stichen, so unterhalb der Wasenhütte. *Carex Davalliana*, nur auf Unterwuhr gefunden, tritt hier auch in der Form *Sieberiana* Opiz mit zweigeschlechtigen Ährchen auf. *C. vulpina* ist keine Moorform; sie wächst nur selten an Gräben des Randes, so auf Unterwuhr-, Dürrheimer- und Schabelmoor. *C. canescens* tritt im Schwenninger Moor je und je als var. *curti* mit weißen Spelzen auf. *C. acuta* gehört nur dem Flachmoor an und findet sich in Gräben des Kugelmooses, der Dürrheimer Markung und des Dürrheimer Moors. Von der allen beschriebenen Mooren angehörigen *C. Goodenoughi* Gay (= *C. vulgaris* Fries) erreicht die mehr hellgrüne Form *recta* Fleischer an manchen Stellen des Schwenninger und der Dürrheimer Moore 50—60 cm Höhe (nicht nur 30—45, wie Fleischer angibt).

Carex pseudocyperus, ein Schmuck des Moores auf Dürrheimer

Grenze und Ankenbuck. Die Diagnose in Kemmler, Flora von Württemberg, 1882, stimmt nicht ganz zu den hier gewachsenen Exemplaren. Die Blätter sind nicht flach, sondern schwach rinnig, manchmal mit drei Kielen, also dann W-förmig versteift und zuweilen über 10 mm (bis 14 mm) breit (Kemmler gibt nur 7—8 mm an); das unterste Deckblatt meist mit sehr langer Scheide.

Von *Carex flava* (Stammform bis 40 cm hoch) findet sich im Schwenninger Moor mehr die kurzhalmige Varietät *Oedéri*, im Dürrheimer mehr die langhalmige, var. *lepidocarpa;* in den Schonacher Mooren traf ich beide Formen. — *C. hirta* ist auf den Rändern des Schwenninger Moors eine seltene Erscheinung, so beim Mooswäldle und auf dem Ostrand.

Carex rostrata With. kommt im Schwenninger Moor in zwei Formen vor: der gewöhnlichen, in den Florenwerken beschriebenen, mit schmälerem, 2—3 mm breitem Blatt und scheidenlosem unterem Deckblatt, und der größeren mit über 1 cm breitem Blatt und ziemlich lang bescheidetem unterem Deckblatt. Im Abzugsgraben des Villinger Moors fand ich beide Formen nebeneinander.

Juncaceae. *Juncus acutiflorus*, auf den Mooren der Baar und den Schwarzwald-Hochmooren häufig, trägt oft einen seltsamen Schmuck, die troddelförmige Galle vom Binsenfloh (*Livia juncorum* Latreille). Auf Unterwuhr gesammelte Exemplare trieben aus den Blattachseln, die Scheiden durchbrechend, blühende Zweige, deren Blüten teilweise „verlaubt" waren. Auch *Juncus supinus* traf ich nicht selten mit Troddelgallen, fast nie jedoch die an den Rändern der Baarmoore ziemlich häufige *J. lamprocarpus,* von welcher Kerner und Kemmler sie besonders hervorheben. *J. bufonius* findet sich sehr oft an Gräben, Wegen und im Stich des Schwenninger Moors. Über *J. supinus* var. *fluitans* s. S. 101.

Luzula multiflora var. *pallescens* ist nicht selten im Schwenninger Moor; *Luzula campestris* kommt nur an trockenen Randstellen desselben vor.

Orchidaceae. *Orchis morio* ist häufig auf dem Keuperhügel der Wasenhütte und am Rand gegen den Hülbenwald, oft auch weißblühend; *Orchis maculata* steht zahlreich im Mooswäldle, in wenigen Exemplaren im Sumpfkiefernwald des Blindenseemoors. Auf trockenen Grasplätzen am Rande des letzteren fand ich auch *Gymnadenia albida.*

Salicaceae. *Populus tremula* fand ich im Schwenninger Moor nicht selten in der Varietät *villosa* Lang; je und je auch Exemplare,

deren Blätter vom Pappelrost (*Melampsora populina* Lév.) befallen waren oder deren Blattstiele die von der Gallwespe *Diplosus tremulae* herrührenden Gallen trugen.

Die Gattung *Salix* ist auf dem Schwenninger Moor reichlich vertreten. Außer den in der Liste aufgeführten Arten sind noch folgende Formen zu nennen: *S. alba* var. *vitellina* nicht häufig; *S. amygdalina* selten; *S. purpurea* nur auf Dürrheimer Moor; *S. repens* im Hoch- wie im Flachmoor häufig, aber nur in der Varietät *fusca; S. nigricans* (nach Scheuerle eine Form mit feineren Blättern); *S. caprea* ziemlich häufig, ihre Blätter oft mit dem Weidenrost (*Melampsora salicina* Lév.) befallen, während die verbreitetste Weide des Moors, *S. aurita*, nicht selten mit schönen Weidenrosen (verursacht durch *Cecidomyia rosaria*) geziert ist.

Bastarde: *Salix aurita* × *repens* (*S. ambigua* Ehrh.), *S. caprea* × *aurita* (öfter mit Weidenrost), *S. cinerea* × *aurita* (*S. multinervis* Döll), *C. caprea* × *incana* (*S. Seringeana* Goud.) selten.

Betulaceae. Von *Betula pubescens* fand ich zuweilen auch var. *odorata* Bechstein, die Blätter beider selten vom Birkenrost (*Melampsora betulina* Desm.) befallen.

Urticaceae. *Urtica dioica* vereinzelt auf Bulten hinter dem Mooswäldle, in kleineren oder größeren Beständen am Hauptgraben und einem Graben auf Villinger Markung.

Santalaceae. *Thesium pratense*, Wurzelschmarotzer, nicht selten an trockeneren Stellen des Randes, z. B. auf dem Hügel der Wasenhütte.

Polygonaceae. *Rumex aquaticus* Dürrheimer Moor; *R. crispus* häufig an Gräben, besonders im Salinenmoos; *R. obtusifolius* ebendort; *R. acetosa* je und je auf Grasplätzen. *Polygonum aviculare* nur an Wegen; *P. bistorta* ziemlich häufig im Salinenmoos, an der badischen Grenze und beim Zollhaus; *P. tomentosum* Schrank am Hauptgraben; *P. lapathifolium* L., Stammform und var. *incanum* ebendort; *P. persicaria* häufig an feuchten Stellen und Gräben, bei der Wasenhütte auch im Stich; *P. hydropiper* am Hauptgraben u. a. Gräben; *P. minus* in der Nähe des Moosweihers an feuchten, sandigen Stellen. — *P. amphibium* var. *natans*, einst häufig, fehlt jetzt unsern Mooren gänzlich, ist infolge Rückgangs der Seen auf Schwenninger und Dürrheimer Mooren in die Form *terrestre* übergegangen!

Chenopodiaceae. *Atriplex patulum* var. *angustifolium* an einem Graben.

Caryophyllaceae. *Cerastium triviale* sehr häufig am Rande. *Stellaria media* an Wegen; *St. uliginosa* am Abfluß des Wolfbauernmoors. *Malachium aquaticum* je und je in Gräben und grasigen Torfstichen.

Ranunculaceae. *Trollius europaeus* auf den Moorwiesen „hinter der Saline". *Ranunculus divaricatus* in einem Graben beim Kugelmoos; *R. acer* je und je an sumpfigen Stellen.

Cruciferae. *Arabis hirsuta* auf dem Hügel der Wasenhütte. *Eriophila verna* sehr häufig an trockenen Stellen des Randes.

Saxifragaceae. *Saxifraga granulata* auf dem Hügel der Wasenhütte.

Rosaceae. Der Vogelbeerbaum *(Pirus aucuparia)*, als Strauch auf Schwenninger und Schonacher Moor ziemlich häufig, zeigt da und dort rote Flecken auf der Ober-, und hornförmige Peridien auf der Unterseite der Blätter; sie gehören dem Gitterrost *Roestelia cornuta* Ehrh. an. *Potentilla verna* an sonnigen Stellen des West- und Ostrandes. *Geum urbanum* und *rivale* im Kugelmoos.

Filipendula ulmaria Max. kommt in Gräben und Sümpfen stets nur in der Form *discolor*, also mit unterseits filzigen Blättern vor; nur an trockenen Stellen „Im Moor" fand ich var. *denutata*. S. ökologischer Teil. *Alchemilla vulgaris* ist nicht selten auf Grasplätzen des Schwenninger Moors, kommt auch am Rand des Wolfbauernmoors vor, hier besonders in der Form *typica* Focke.

Sanguisorba officinalis, auf Schwenninger und Dürrheimer Moor ziemlich häufig, zumal im Mooswäldle, hier oft mit dem Schimmelpilz *Sphaerotheca humili* DC. überzogen.

Papilionaceae. *Ononis spinosa* am Rand beim Hülbenwald; *Genista sagittalis* am Rand beim Zollhaus, ebenso am Rand des Wolfbauernmoors. *Trifolium medium* L., in Württemberg vorzüglich auf Keuper, häufig auf dem Hügel der Wasenhütte; *T. pratense* var. *pratorum* selten am Rande; *T. incarnatum* im Stich unterhalb der Wasenhütte verwildert; *T. repens* je und je am Rande, besonders an Wegen, ebenso *T. hybridum*, auch auf Dürrheimer Moor; *T. minus* selten am Rand; *T. procumbens* je und je am Rand; *T. agrarium* L. beim Mooswäldle. — *Lotus corniculatus* fand ich an trockenen Rändern der Schonacher Moore je und je mit Blütengallen, verursacht durch die Gallwespe *Cecidomyia Loti*.

Rhamnaceae. Der im Schwenninger Flach- wie im Hochmoor gleich häufige, den Schonacher Hochmooren fehlende Faulbaum

(Rhamnus frangula) ist nicht selten mit *Aecidium rhamni* Persoon befallen.

Hypericaceae. Fehlen den Schonacher Hochmooren. *Hypericum tetrapterum* an Sümpfen und Gräben des Schwenninger und Dürrheimer Moors häufig; *H. perforatum* nur an sehr trockenen Stellen des Schwenninger Moors.

Violaceae. *Viola canina* var. *ericetorum* an trockenen Randstellen, häufig beim Mooswäldle, je und je mit *Aecidium violae; V. tricolor* var. *arvensis* im Stich gefunden, selten.

Onagraceae. *Epilobium angustifolium* an trockenen Stellen des Randes, so beim Mooswäldle und Hülbenwald, zuweilen bestandbildend, oft mit *Aecidium epilobii*; *E. parviflorum* seltener an Gräben.

Halorrhagidaceae. Von *Hippuris vulgaris* kommt var. *fluviatilis* Ruthe mit untergetauchten, nicht blühenden, öfter verzweigten Stengeln und langen, schlaffen Blättern im Tannenwedelsumpf beim Zollhaus, besonders häufig aber auf Dürrheimer Moor vor.

Umbelliferae. *Carum carvi*, nicht selten an den äußersten Rändern des Schwenninger Moors, kommt hier zuweilen mit **„vergrünten Blüten"** vor. Diese Form, die ich auch sonst je und je in der Umgebung von Schwenningen an Straßen und Wegrändern fand, fällt auf den ersten Blick durch ihre steif nach oben gerichteten Äste auf. Die Blüten eines Stocks sind entweder alle oder nur zum Teil „gelöst". Stets bezieht sich die Antholyse auf die beiden Fruchtblätter, welche krautartig werden und lineale, sogar fiederschnittige Form annehmen. Nicht selten sind auch die Blumenblätter laubartig, am seltensten die Staubblätter. Die Kelchblätter, normal nur als undeutlicher Kelchsaum entwickelt, werden an „gelösten" Blüten stets groß lineallanzettlich.

Pimpinella saxifraga je und je an trockenen Stellen, besonders var. *integrifolia; Pastinaca sativa*, sonst an steinigen, trockenen Orten, merkwürdigerweise im Erlensumpf beim Zollhaus.

Ericaceae. *Andromeda polifolia*, auf Schwenninger Moor ausgerottet, 1905 durch Herrn Apotheker Gaupp und mich neu angepflanzt, auf den Schonacher Hochmooren sehr häufig, fand ich hier je und je von *Exobasidium vaccinii* befallen; häufiger jedoch tritt dieser Schmarotzerpilz an *Vaccinium oxycoccus* auf. Interessant ist in dieser Beziehung ein Bestand dieser Ericacee am Ufer eines Stichweihers des Schwenninger Moors auf Dürrheimer Markung; im September 1902 und 1903 fand ich hier fast alle Blätter durch genannten Pilz aufgetrieben und rot gefärbt.

Primulaceae. *Primula farinosa* auf moorigen Wiesen an der stillen Musel zwischen Dürrheim und Donaueschingen, von Lechler 1880 noch auf Schwenninger Moor gefunden, jetzt hier ausgestorben. *Lysimachia vulgaris* in den Sümpfen beim Zollhaus und auf Dürrheimer Moor sehr häufig. *Anagallis arvensis* im Stich bei der Wasenhütte gefunden.

Gentianaceae. Auf den unter Wasser verwesenden Blättern des Fieberklees (*Menyanthes trifoliata*) findet sich nicht selten der Pilz *Septoria menyanthis*. *Gentiana germanica* auf dem Hügel der Wasenhütte.

Boraginaceae. *Myosotis palustris*, Stammform und die beiden Varietäten *strigulosa* und *parviflora* nicht selten in Gräben des Schwenninger und Dürrheimer Moors.

Labiatae. *Brunella vulgaris* an trockenen Stellen des Randes; *Galeopsis tetrahit* an ähnlichen Orten beim Mooswäldle und auf Unterwuhr; *Betonica officinalis* beim Mooswäldle. *Mentha longifolia* Hudson im Salinenmoos. *Thymus chamaedrys* Fries häufig am Rand des Schwenninger Moors, besonders auf Bulten, auch am Rand des Wolfbauernmoors; *Th. lanuginosus* Schkuhr je und je an sehr trockenen Stellen des Schwenninger Moors. Beide Arten tragen nicht selten haarige Gallen an den Enden der Stengel und Zweige, verursacht durch eine Gallmilbe.

Solanaceae. *Solanum dulcamara* am Hauptgraben des Schwenninger Moors.

Scrophulariaceae. *Verbascum thapsiforme* am Hauptgraben bei der Wasenhütte; *Linaria vulgaris* häufig am Rand der drei Baarmoore. *Veronica verna*, Sandpflanze, wurde von Herrn Seminaroberlehrer Lauffer in Gesellschaft von *Spergula arvensis*, *Spergularia rubra* und *Scleranthus annuus* beim Mooswäldle gefunden; ich habe vergeblich darnach gesucht. *V. officinalis* häufig im Mooswäldle und auf den anstoßenden Rändern des Moors, besonders auf Bulten, auch am Rande der Schonacher Moore. Die Blüten sind zuweilen durch den Einfluß von Gallmilben „verlaubt“ oder gefüllt.

Euphrasia Rostkoviana überall an grasigen Plätzen des Schwenninger und der Dürrheimer Moore, zieht sich oft sogar in den Sumpf hinein. *E. nemorosa* häufig an trockenen Stellen des Randes, besonders beim Zollhaus; *E. odontites* sehr häufig an etwas feuchteren Stellen, besonders auf Unterwuhr. Alle Augentrostarten sind wie die folgende und die Läusekräuter Wurzelschmarotzer

— *Alectorolophus major* an sumpfigen Stellen der Baarmoore, jedoch seltener als *A. minor*. An letzterem fand ich je und je Deckblätter und Kelche mit dem Rostpilz *Uredo rhinanthacearum* DC. überzogen.

Lentibulariaceae. Die beiden auf den Baarmooren vorkommenden Arten von *Utricularia*, besonders *U. minor*, beherbergen zwischen ihren Blättern meist ein reiches Tierleben, namentlich Rotatorien (zumal die Gattung *Floscularia*) und Gastrotrichen. Häufig sah ich gefangene Tiere in den Blasen: in einer von *U. vulgaris* eine Tanypuslarve, in einer andern zwei große Muschelkrebse, noch lustig umherschwimmend, in einer Blase von *U. minor* eine Wassermilbe. Vielfach sind die Utricularien mit epiphytischen Algen, besonders mit Diatomeen überzogen.

Plantaginaceae. *Plantago lanceolata* und *major* an Grasplätzen und Wegen der Ränder.

Rubiaceae. *Galium cruciata* auf Schwenninger Moor an grasigen Stellen des Randes; *G. boreale* auf Unterwuhr am trockenen Rande häufig; *G. palustre* steht oft ziemlich tief im Wasser, besonders var. *elongatum*; *G. verum* ist häufig auf trockenen Randstellen des Schwenninger und Unterwuhrmoors, *G. mollugo* an grasigen Stellen, *G. austriacum* nicht selten an trockenen. — Häufig sieht man die *Galium*-Arten mit Kuckucksgallen besetzt, verursacht durch die Gallmücke *Cecidomyia galii*. Von *Galium saxatile* fand ich am Rande des Blindenseemoors fast alle Blüten „vergrünt", die 2 Griffel und die 4 Staubblätter blattartig entwickelt; oder es erhob sich (wie bei unsern gefüllten Kirschen, je und je auch bei *Geum rivale*) unter Verlängerung der Blütenachse aus dem Kelch eine vollständige, aber abnorme Blüte.

Valerianaceae. *Valeriana officinalis* häufig an Gräben und feuchten Orten, die stattliche var. *latifolia* im Erlensumpf beim Zollhaus.

Dipsaceae. *Dipsacus silvestre* am Hauptgraben bei der Wasenhütte, *Knautia arvensis* überall auf Grasplätzen am Rande der Baarmoore.

Campanulaceae. *Campanula rotundifolia* und *patula* auf Grasplätzen der Ränder; jene häufiger als diese, auch am Rande der Schonacher Moore.

Compositae. *Gnaphalium silvaticum* an trockenen Stellen des Schwenninger Moors; *Bidens tripartitus* auf den Baarmooren sehr häufig; *Anthemis arvensis* am Weg neben dem Hauptgraben;

Achillea millefolium häufig an trockenen Stellen der Ränder; ebendort auch je und je *Matricaria inodora*.

Tanacetum vulgare sehr häufig an den im Gipskeuper liegenden Rändern des Schwenninger Moors. *Tussilago farfara* am Hauptgraben und auf dem Ostrande, deutet auf mineralischen Untergrund, hier in beiden Fällen Keupermergel; seine Blätter sind nicht selten mit *Aecidium tussilaginis* Persoon besetzt. *Lappa officinalis* einmal auf dem Ostrand gefunden.

Carduus nutans auf Bulten hinter dem Mooswäldle. *Cirsium oleracium* im Schwenninger und Dürrheimer Moor häufig. *C. lanceolatum* am Hauptgraben und auf Unterwuhr; *C. eriophorum*, kalkhold, am Hauptgraben und beim Zollhaus; *C. arvense* am Hauptgraben, auf dem Ostrande und Dürrheimer Moor, nicht selten mit Gallen, erzeugt durch die Gallwespe *Urophora cardui*. und mit dem Rost *Puccinia suaveolens* Persoon; *Cirsium acaule* auf der Schafweide beim Zollhaus; *C. bulbosum* ebendort auf trockenen, im Schabelmoor auf feuchten Stellen.

Bastarde: *C. acaule* × *oleracium* auf genannter Schafweide, 40—50 cm hoch; *C. oleracium* × *palustre* häufig auf den Baarmooren; *C. oleraceum* × *rivulare* häufig beim Moosweiher und auf Unterwuhr; *C. palustre* × *rivulare* an sumpfigen Stellen beim Zollhaus.

Serratula tinctoria kommt im Mooswäldle und seiner Umgebung auch als var. *integrifolia* vor; *Centaurea jasea* häufig an den Rändern in der Stammform und der Varietät *decipiens*; *Leontodon autumnalis* auf trockenen Grasplätzen und an Wegen; *Sonchus arvensis* am Hauptgraben; *Hieracium pilosella* häufig an trockenen Stellen, zumal beim Mooswäldle; *H. vulgatum* am Rand beim Mooswäldle; *H. laevigatum* Willdenow an trockenen Stellen der Dürrheimer Grenze, sehr selten. — *H. umbellatum* trägt oft Gallen, verursacht durch die Gallwespe *Aulax hieracii*.

IX. Ökologie der Torfflora.

(Unter Benützung von Warming-Graebner, Früh-Schröter und Potonié.)

1. Bodenverhältnisse.

Auf den Torfmooren kommen zweierlei rezente brennbare Biolithe in Betracht: der Moortorf (im Gegensatz zum Trockentorf oder Rohhumus, dem Humus der Wälder und trockenen Heiden) und der Faulschlamm oder das Sapropel.

Der Torf ist eine Humusbildung, d. h. ein aus pflanzlichen, vorwiegend von Landpflanzen (wozu auch die Sumpfpflanzen zu rechnen sind) herrührenden Resten entstandenes kohlenstoffreiches Gestein. Die Vertorfung setzt sich wesentlich aus zwei Prozessen zusammen: zuerst Vermoderung, nachher Fäulnis. Bei jener wird durch Wasserbedeckung oder durch eine stark wasserhaltige Pflanzendecke, die hauptsächlich aus Moosen, zumal Sphagnen, scheidenfesten und mykotrophen Blütenpflanzen gebildet ist, der Luftzutritt gehemmt; es findet daher ähnlich wie im Kohlenmeiler eine unvollständige Verbrennung statt. Bei derselben bleiben kohlenstoffreiche Produkte zurück, wesentlich Verbindungen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Bei der Anhäufung dieser Rückstände werden die unteren Schichten gänzlich von der Luft abgeschnitten und die Vermoderung geht nun in eine Zersetzung bei vollständiger Abwesenheit von Sauerstoff, aber Gegenwart von Wasser, d. h. in Fäulnis über, welche in chemischem Sinne eine Reduktion ist. Die Anreicherung an Kohlenstoff ist beim Vertorfungsprozeß zwar nicht so stark wie beim reinen Vermoderungsprozeß; allein im Laufe der Jahrtausende haben die Torflager doch eine bedeutende Mächtigkeit erreicht, in unseren Zwischen- und Hochmooren, wie wir sahen, bis zu 10 m.

Die Humusbildung durch Vertorfung ist in den Mooren der weitaus wichtigste, aber meist nicht der erste Vorgang. In den aus stagnierenden Gewässern hervorgegangenen, also aquatischen Mooren, gewöhnlich in den Flachmooren, geht die Ablagerung von Faulschlamm oder Sapropel, welche wir nach Potonié von den Humusbildungen trennen müssen, der Torfablagerung voraus; in allen Mooren jedoch, mögen sie lakustrischen oder terrestrischen Ursprung haben, geht die Faulschlammbildung so lange fort, als Wasseransammlungen in denselben vorhanden sind. Die Entstehung des Sapropels ist ein reiner Fäulnisprozeß, welcher sich in stehenden Gewässern abspielt. Die in denselben lebenden Organismen sind vielfach durch großen Fettgehalt ausgezeichnet. Von Tieren seien in dieser Hinsicht genannt die Ostracoden, Copepoden und Daphniden (im Leibe der beiden ersteren zeigt das Mikroskop meist kleinere und größere Fettröpfchen; letztere erscheinen in wohlgenährtem Zustand oft rötlich, welche Färbung sie dem Ölgehalt ihres Plasmas verdanken), viele Borstenwürmer (besonders die durch gelbe und rote Öltropfen in der Haut so zierlich gefärbte Gattung *Aeolosoma*, aus welcher ich die mit roten Tröpfchen gezeichnete Art

Ae. quaternarium Ehrbg. im Moor sehr häufig fand), die Rädertiere (deren Magenhautzellen und Magendrüsen häufig größere gelbe Fetttropfen einschließen), vor allem aber die im stagnierenden Moorwasser so zahlreichen Flagellaten. Senn schreibt in Engler's Pflanzenfamilien: „Das verbreitetste Stoffwechselprodukt der Flagellaten ist fettes Öl. Es tritt in kleinen, stark lichtbrechenden Tröpfchen auf und ist nur für wenige Formen noch nicht nachgewiesen worden. Besonders in Dauerzellen ist es oft in großer Fülle vorhanden." Öltröpfchen sah ich, oft neben größeren Stärke- und Paramylonkörnern, nicht selten im Leibe vieler Flagellaten, zumal aus den Familien der Distomatinen, Chrysomonadinen, Chloromonadinen, Eugleniden und Peranemiden (hier besonders schön bei *Urceolus cyclostomus* und *Heteronema spirale*), deren Stoffwechselprodukte betreffenden Orts im systematischen Teil angegeben sind. — Unter den Pflanzen sind es die zu den Euphyceen gehörigen ölführenden Algen, welche zum Fettgehalt des Sapropels beitragen, z. B. die im Moor häufigen Tetrasporaceen *Gloeocystis gigas*, *Apiocystis Brauniana* u. a., namentlich aber die zu den Confervales gehörigen Familien Ulothrichaceae, Chaetophoraceae, Mycoideaceae, Cylindrocapsaceae, Oedogoniaceae, Coleochaetaceae und Cladophoraceae, sowie die gleich den Flagellaten neuerdings zu den Algen gezogenen, im Moor ebenfalls reichlich vorhandenen Peridineen. Bei letzteren „findet sich flüssiges Fett in Plättchenform eingeschlossen in Lipoplasten (Fettbildnern)". F. Schütt.

Die Reste dieser und anderer Lebewesen bilden am Grunde der Gewässer Ablagerungen, die vom Torf verschieden sind. Nach Potonié „liefern die wesentlich unter Vertorfungsbedingungen geratenden Organismen oder Teile von Organismen kohlenstoffreichere Verbindungen (Teer), die unter Fäulnisbedingungen geratenden jedoch (d. h. die Sapropele) kohlenstoffärmere Verbindungen (Ölteer)".

Bei der Vertorfung und Fäulnis entstehen Humussäuren, d. h. saure Kohlenstoffverbindungen, in welchen Pflanzen- und Tierleichen, sogar figurierte Körper sich gut erhalten, da die Verwesungsbakterien (*Micrococcus*, *Bacterium*, *Spirochaete*, *Spirillum* u. a.) aus Mangel an Sauerstoff in säurereichen Verbindungen gar nicht oder nur kümmerlich leben können. Aus demselben Grunde fehlen dem Torf, zumal dem Hochmoortorf, auch die nitrifizierenden Bakterien ganz oder fast ganz, was neben andern Ursachen die Armut desselben an Stickstoff bedingt.

„Nach den Untersuchungen von A. Stålström sowie O. Fabricius und H. v. Feilitzen ist der Hochmoorboden in natürlichem Zustande arm an Bakterien, der Flachmoorboden reicher; in einiger Tiefe ist aber der Torf in beiden Fällen ganz steril.“ Potonié. — Von den Humussäuren werden auch die in andern Böden minierenden und dieselben verbessernden Tiere (sie besorgen nicht nur die Durchlüftung und Zerkrümelung, sondern auch die Düngung und chemische Umwandlung derselben) ausgeschlossen. Der Regenwurm fehlt im eigentlichen Torfmoor gänzlich, wie auch auf Heiden und Dünen; ebenso fehlen die pflanzen- und tierfressenden Tausendfüße, die wurzelnagenden Insektenlarven und deren Vertilger, der Maulwurf, sowie die Ameisen. Nur an den Rändern des Moores sehen wir Maulwurfs- und Ameisenhaufen.

Dagegen fehlen dem Torfboden in seinen obersten durchlüfteten Schichten nicht die Pilze. Im Hochmoor, das, um mit Lesquereux zu reden, eine supraaquatische Bildung ist, sind sie naturgemäß viel häufiger als im infraaquatischen Flachmoor. Wie oben gezeigt wurde, enthält das Hochmoor an sehr nassen Stellen, sogar in Schwingrasen, reichlich *Galera hypni* var. *stagnorum*; die Stammform dieses Hutpilzes sowie verschiedene Gasteromyceten finden sich nicht selten auf den trockenen Rändern des Schwenninger Zwischenmoors. Dem Flachmoor fehlt die *Mykorrhiza*, mit ihr fehlen auch die mykotrophen Gewächse (alle *Ericaceen*, *Empetrum*, *Betula*, *Pinus*), welche ein Hauptkennzeichen des Hochmoors sind. Letzteres ist oft auch sehr reich an Mycelien der Gattung *Cladosporium*.

Die im Torf, weit mehr jedoch im Sapropel enthaltenen tierischen Exkremente und Reste sind für das Pflanzenleben des Moors sehr wichtig; sie bilden neben dem Niederschlagswasser die wichtigste Quelle des Stickstoffs für dasselbe. Wegen des reicheren Tierlebens ist im Flachmoor der Stickstoffgehalt größer als im Hochmoor; dort beträgt er 2,5 %, hier 1,2 % der Trockensubstanz. Nach Ramann enthält Flachmoortorf: 8—10 % Mineralstoffe; 4 % CaO (Kalk); 0,25 % P_2O_5 (Phosphorsäure); 0,1 % K_2O (Kali). Zwischenmoortorf: bis 5 % Mineralstoffe; 2 % N (Stickstoff); 1 % CaO; 0,2 % P_2O_5; 0,1 % K_2O. Hochmoortorf: unter 0,3 % Mineralstoffe; unter 0,5 % CaO; 1,2 % N; 0,1 % P_2O_5; 0,05 % K_2O.

Die animalischen Reste und Vermoderungsprodukte im Torfmoor rühren vorzugsweise her von Schnecken und Muscheln, von

Insekten und deren Larven, insbesondere von den im Moor sehr zahlreichen Mücken und Wiesenmotten (Chitinskelette im Torf sehr häufig), von entomostraken Krebstieren (Copepoden, Daphniden, Ostracoden), von Würmern (besonders Egelarten, zumal der Gattung *Nephelis* — die Eikokons derselben sind nach Früh unter dem Namen „Hochmoortönnchen" charakteristisch für Hochmoore; aber auch von Borstenwürmern, z. B. *Limnodrilus* und Naïden, von Strudelwürmern, Rädertieren und Gastrotrichen), von Schwämmen (Spongillennadeln, besonders im Flachmoortorf häufig), von Flagellaten und Ciliaten, von Rhizopoden (im Torf finden sich Schalen von *Arcella*, *Difflugia*, *Hyalosphenia*, *Nebela*, *Euglypha* u. a.). Natürlich kommt bei den Vermoderungsprodukten auch die höhere Tierwelt in Betracht; im Schwenninger Moor wurden z. B. auch Panzer von *Emys europaea*, der Sumpfschildkröte, gefunden.

Was den Stickstoffgehalt der Moore betrifft, mag außer den eben genannten Quellen wohl auch einigermaßen die Tätigkeit der Leguminosen in die Wagschale fallen. Freilich ist dieselbe von geringer Bedeutung, weil das Moor nur wenige Leguminosen beherbergt. Die meisten gehören den Rändern an (unter ihnen soll besonders hervorgehoben werden *Vicia cracca*); nur *Lotus uliginosus* geht ins Hochmoor hinein. Es ist bekannt, daß sämtliche Hülsenfrüchtler, namentlich aber die Papilionaceen, mit einem mikroskopisch kleinen Pilz, *Rhizobium leguminosarum*, in Symbiose (auf einigen ist er auch Parasit) leben. „Bei vielen äußert sich seine Wirkung, wie die Versuche Frank's zeigen, durch eine auf alle Organe sich erstreckende größere Wachstumsenergie, reichlichere Chlorophyllbildung, lebhaftere Kohlensäureassimilation und besonders durch gesteigerte Assimilation von atmosphärischem Stickstoff. Überhaupt besitzen die Papilionatae, wie Frank nachgewiesen hat, in hohem Grade die Fähigkeit, aus der Luft Stickstoff zu assimilieren. Diese Wirkung des Pilzes macht sich jedoch nur auf Böden bemerkbar, die sehr arm an organischen Beimengungen sind, wo also die Pflanze behufs Erwerbung von Kohlen- und Stickstoff allein auf die Luft angewiesen ist, und wo eben der Impuls, den der Pilz auf die Assimilationsfähigkeit ausübt, die Pflanze existenzfähig macht; ohne denselben wäre es ihr auf derartigen armen Bodenarten nicht möglich, den gerade bei Leguminosen besonders hohen Bedarf an Kohlenstoff und Stickstoff zu decken." Engler und Prantl. Beim Absterben der betreffenden Leguminosen wird natürlich der Boden mit Stickstoff angereichert.

Neben andern Säuren enthält der Torf in großer Menge Humussäuren, ist aber nach obigen Analysen arm an Kali, welches mit den Säuren des Torfs lösliche Verbindungen eingeht, also vom Wasser ausgelaugt wird. Entwässerung, Durchlüftung und Düngung führen den unfruchtbaren Torfboden in ertragsfähigen Humus über, wie wir in den Moorkulturen sehen. Unter allen Bodenarten hat er die größte Wasserkapazität und ist wegen des großen Wasserreichtums trotz seiner dunklen Farbe ein kalter Boden.

Daß das Pflanzenleben im innigsten Zusammenhang mit der Beschaffenheit des Untergrundes steht, tritt uns besonders deutlich bei der Vergleichung der Hochmoor- und Flachmoorvegetation vor Augen. Ob in bezug auf das Gedeihen der Pflanzen die chemischen oder die physikalischen Eigenschaften des Bodens, unter letzteren besonders Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse, in erster Linie maßgebend sind, darüber schwebte bekanntlich ein Streit, seit Unger seine Lehre von der Bodenstetigkeit vieler Pflanzen aufstellte, Thurmann dagegen die Verteilung der Arten von der physikalischen Beschaffenheit des Bodens ableitete, und dieser Streit ist bis heute noch nicht ganz entschieden. Daß die Halophyten mit ihrem bestimmten morphologischen und anatomischen Gepräge (wie die an unsern Nordseeküsten häufigen Arten: *Cakile maritima*, *Salsola Kali*, *Amadenia peploides*, *Suaeda maritima*, *Salicornia herbacea*, *Aster tripoleum*, weniger *Cochlearia officinalis*, *Apium graveolens*) gewöhnlich an chlornatriumhaltigen, die Nitrophyten (wie einige Polygonaceen, z. B. *Polygonum aviculare*, manche Chenopodiaceen, so *Chenopodium bonus Henricus*, einige Cruciferen, wie *Coronopus Ruellii*, und Solanaceen, z. B. *Solanum nigrum* und *Datura stramonium*) mehr oder weniger an ammoniak- und salpetersäurereichen, also mit Abfällen von menschlichen Wohnungen oder mit tierischem Dünger gemischtem Boden gebunden sind, das ist allgemein zugegeben. Wir haben oben gesehen, wie *Scirpus Tabernaemontani* nur da auftritt, wo der Boden einen größeren Chlorgehalt als gewöhnlich hat; ferner wie an den Wegen des Schwenninger Moors Pflanzen von allerdings schwach ausgeprägtem halophilem Charakter, z. B. *Atriplex patulum* var. *angustifolium*, und Ruderalpflanzen, wie *Polygonum aviculare* und *lapathifolium*, wachsen.

Nicht so einfach sind die Beziehungen der kalkliebenden und kalkfliehenden oder Kieselpflanzen zum Untergrund. Beide bringt man in der Regel (wie von obigen Halophyten auch das Löffelkraut und die Sellerie) auf demselben Boden fort, so in

botanischen und Gemüsegärten. Die Pflanze besitzt in bezug auf ihre Ernährung ein außerordentlich feines quantitatives Wahlvermögen, oder sie hat die Fähigkeit, sich aus den im Nährboden enthaltenen Stoffen nur die ihr dienlichen, und zwar gerade in derjenigen Menge auszuwählen, welche ihrem Gedeihen zuträglich ist. Die Pflanze ist ferner befähigt, die ihr notwendigen Nährstoffe (wie die oben angeführten Muscheln des Granitgebiets den zum Aufbau ihrer Schalen benötigten Kalk) noch aus einem Boden zu ziehen, der diese nur in minimalen Mengen enthält. So finden wir Diatomeen in Gewässern, welche kaum Spuren von Kieselsäure enthalten, z. B. in Teichen und Kolken der hier behandelten, dem mineralischen Boden ganz oder fast ganz entwachsenen Hochmoore. Anderseits können Stoffe natürlich in viel reicherem Maße im Boden enthalten sein als sie eine auf ihr wachsende Pflanze nötig hat, und diese gedeiht dennoch gut, indem sie nur das ihr zusagende Quantum der betreffenden Substanzen aufnimmt.

Der von Kerner u. a. nachgewiesene Unterschied zwischen der Kalkboden- und Kieselbodenflora rührt nach Warming-Graebner und Kerner selbst (s. II. Aufl. seines Pflanzenlebens) nicht von der Vorliebe gewisser Pflanzen für Kalk oder Kieselsäure her, sondern hat seinen Grund darin, daß der aus schwer verwitternden Felsen entstandene Kalkboden gewöhnlich eine andere physikalische Beschaffenheit hat (trockener und wärmer ist) als der von leichter verwitternden Quarz- und Feldspatgesteinen gelieferte, stark tonhaltige und daher feuchte und kalte Kieselboden[1].

Indes ist durch mehrere neuerdings erschienene Arbeiten (z. B. „Untersuchungen über Thallusbildung und Thallusbau in ihren Beziehungen zum Substrat bei siliceden Krustenflechten“ von Dr. Stahl-

[1] Hierzu möchten wir bemerken, daß das über Kalkböden Gesagte nur richtig ist für die Kalksteinböden im engeren Sinne, während z. B. die in weiter Verbreitung auftretenden Keuper-, Lias- und Doggerböden, welche wegen ihres hohen Kalkgehaltes doch auch zu den Kalkböden gerechnet werden sollten, sich zugleich infolge reichlichen Tongehaltes physikalisch abweichend verhalten, d. h. feucht und schwer durchlässig sind. Ebenso bedarf auch das von den sogenannten Kieselböden Behauptete einer wesentlichen Einschränkung; denn bekanntermaßen neigen die Granit- und Gneisböden eher zu locker-sandiger als zu bindig-toniger Ausbildung. Man sieht also, daß diese Klassifikation noch sehr der Klärung bedarf. Im übrigen wollen wir hierbei auf die neuen geologischen Spezialkarten des Königreichs Württemberg hinweisen, auf welcher die Böden ganz generell sowohl stofflich wie physikalisch und gleichzeitig auch geologisch gruppiert dargestellt werden.

ECKER. Stuttgart 1905) bewiesen, und manche oben angeführte Beobachtungen über die Verteilung der Pflanzen auf den beschriebenen Mooren mögen wohl zur Bestätigung dessen dienen, daß neben den physikalischen fast mehr noch die chemischen Eigenschaften des Bodens bestimmenden Einfluß auf die Zusammensetzung der Pflanzendecke wie auf Gestalt und Bauverhältnisse der einzelnen Pflanzen haben.

Daß der Kalkgehalt des Bodens bei der Ernährung der Pflanze eine bedeutende Rolle spielt, kann nicht geleugnet werden. Gewisse Kalkverbindungen sind wichtige Nährsalze der Pflanze, wie die salpetersauren, phosphorsauren und schwefelsauren Kalksalze. Welchen Einfluß die letzteren auf die Zusammensetzung der Sumpfflora, insbesondere das Vorkommen gewisser Bakterien haben, zeigt die Häufigkeit der Schwefelbakterien (*Beggiatoa*, *Thiothrix*, *Lamprocystis roseo-persicina*, *Micrococcus ruber*) in den Gipskeuperrändern des Schwenninger und Dürrheimer Moors, sowie das Fehlen oder die Seltenheit derselben in den Hochmooren des Granitgebiets von Triberg.

Es muß aber zugegeben werden, daß man vielfach den Einfluß des Kalks auf die Vegetation überschätzt hat. Manche sogenannte Kalkpflanzen lassen sich auch auf kalkarmen Böden kultivieren. Auch ausgesprochene Kieselpflanzen, sogar die kalkfliehenden *Sphagna*, haben C. A. WEBER und GRAEBNER in Gefäßen mit reinem Kalkwasser gezogen, aber nur dann, wenn dasselbe arm an Pflanzennährsalzen war. Allein diese Kulturversuche ergeben wie die künstlichen Anpflanzungen in botanischen Gärten doch wohl oft ein etwas anderes Resultat, als die natürliche Verbreitung der Pflanzen es liefert (denken wir an das Verhalten der von uns gezüchteten Tiere), und zudem stehen diesen Versuchen andere gegenüber, so die von DÜGGELI an *Sphagnum medium* var. *purpurascens*, *fuscum*, *rubellum* und *papillosum* auf einem Hochmoor im Sihltal ausgeführten. „Eine zwei- bis dreimalige geringe Bestäubung mit Kalkpulver genügte, um den Tod der *Sphagna* herbeizuführen.“ Diese und ähnliche, übrigens hinreichend bekannte Versuche lassen den überaus ungünstigen Einfluß des Kalkes auf die charakteristische Hochmoorflora (*Sphagnum*, *Drosera* usw.) deutlich erkennen.

Wenn GRAEBNER und WEBER bei ihren Versuchen zu dem Resultat gelangen, daß die Hochmoorpflanzen ein nährstoffreiches Substrat nicht vertragen und ein kalkiges nur deshalb nicht, weil dieses

in der Regel nährstoffreich sei, so ist dem entgegenzuhalten, daß *Sphagnum* und *Drosera* auf granitischem Boden, sofern nur die andern Lebensbedingungen erfüllt sind, sehr gut gedeihen. Granit stellt aber zweifellos ein kalireiches, meist auch magnesia- und phosphorsäurehaltiges, also doch einigermaßen mineralstoffreiches, wenn auch meist kalkarmes Substrat dar. Es ist also in erster Linie die Kalkarmut, die die Granitböden in Gegensatz zu den Kalksteinböden bringt und demnach nicht zulässig, dieselben ohne weiteres zu den nährstoffarmen Böden und dann weiter den Kalksteinböden gegenüber zu stellen, wie dies Graebner in „Warming, Ökologische Pflanzengeographie" zu tun scheint, indem er schreibt: „Man hat übersehen, daß fast alle Kalkböden reich sind an löslichen Mineralstoffen, und dieser Reichtum schließt die Pflanzen nährstoffarmer Böden aus; dazu kommen die wichtigen physikalischen Eigenschaften der Kalkböden gegenüber den Granitböden. Der höhere und geringere Nährstoffgehalt des Bodens ist es, der vorzugsweise in allen Gebieten der Erde die Grundverschiedenheit der Pflanzenvereine ausmacht."

Bei unsern Untersuchungen im Schwenninger Moor haben wir wiederholt gesehen, daß die Vegetation des Torfbodens hauptsächlich im Bereiche des Hochmoors viel Gemeinsames mit der des sogenannten Kieselbodens hat, der in dem Schwenninger Gebiet ein stark ausgelaugter, überhaupt mineralarmer staubartig feiner, vollkommen kalkfreier Sandboden ist, daß also Sand und Moor ähnliche Pflanzenvereine tragen. Es ist klar, daß die Ähnlichkeit der Kiesel- und Moorflora hier in erster Linie von den chemischen, nicht von den physikalischen Eigenschaften des Bodens herrühren muß. Von oben genannten Kieselpflanzen, welche auch im Moor vorkommen, seien als besonders charakteristisch hervorgehoben: *Calluna vulgaris*, *Sagina nodosa*, *Spergularia rubra*, *Rumex acetosella*, *Juncus squarrosus*, *Aira flexuosa*, *Lycopodium clavatum*, *Polytrichum juniperinum*. Merkwürdig ist auch, daß manche Heidepflanzen (vor allem *Calluna vulgaris*) sowohl im trockenen Sande als auch im nassen Moore gedeihen.

Bei der Verbreitung der Arten und Bildung der Pflanzenvereine spielt gewiß auch der Kampf der Arten untereinander eine hervorragende Rolle. Versuche in botanischen Gärten zeigen, daß viele Pflanzen dem Boden gegenüber ziemlich gleichgültig sind, gewisse extreme chemische und physikalische Verhältnisse, z. B. größerer Salzgehalt (*Scirpus Tabernaemontani*), großer Reichtum an

Kalk (*Eunotia arcus*, *Tolypothrix*, *Philonotis calcarea* u. a.) abgerechnet, solange sie nämlich keine Mitbewerber haben. Stellen sich solche ein, so fragt es sich, welche Pflanzen am günstigsten eingerichtet sind, die gegebenen klimatischen und edaphischen Verhältnisse am besten auszunutzen und das Feld zu behaupten, und welche weichen müssen.

Was schließlich den Artenreichtum einer Vegetation betrifft, so ist dieser um so größer, je mannigfaltiger die Bodenverhältnisse eines Gebietes sind, was sich klar auf dem Schwenninger Zwischenmoor, verglichen mit den an Pflanzenarten armen Schonacher Hochmooren, zeigt. Natürlich spielt hier auch die verschiedene Höhenlage eine nicht unbedeutende Rolle.

2. Die ökologischen Pflanzenvereine der Torfmoore.

Von den vier ökologischen Gruppen des Pflanzenreichs (Hydrophyten, Xerophyten, Halophyten und Mesophyten) kommen auf unsern Mooren alle mit Ausnahme der Halophyten vor, wenn man vereinzelte Erscheinungen an Wegen, wie *Atriplex patulum* var. *angustifolium*, und solche Formen abrechnet, welche, wie *Plantago major* und *Hieracium umbellatum*, gewöhnlich in dünnblättriger Binnenlandform, am Meeresstrand jedoch als dickblättrige Salzvarietät auftreten.

A. Die Hydrophytenvegetation.

Die Vereine derselben umfassen Pflanzen, welche entweder ganz oder größtenteils von Wasser umgeben sind oder in von Wasser durchtränktem Boden wachsen. Meist sind sie weich und wasserreich; ätherische Öle kommen in der Regel nicht bei ihnen vor (nur die in Sümpfen der Baarmoore häufige *Mentha aquatica* var. *verticillata* und noch mehr die stark riechende *Mentha grata*, die im Moosweiher und Dürrheimer Moor tief im Wasser, auf Unterwuhr auch auf trockenerem Lande steht, sowie die ebenfalls häufige *Lysimachia thyrsiflora* mit ihren rot drüsig-punktierten Blättern und Blüten machen hievon eine Ausnahme); auch tragen sie nie Dornen. (*Cirsium palustre* und *rivulare*, erstere stark, letztere schwach dornig, sind an den Rändern der Schwenninger und Dürrheimer Moore häufig, gehören aber eigentlich zu den Wiesenpflanzen, also in die Gruppe der Mesophyten.)

Das von Humussäuren geschwängerte Wasser unserer Moore ist sehr schwach lufthaltig, daher sauerstoffarm; in offenen Ge-

wässern findet durch Wind und Wellenschlag eine Vermehrung des Sauerstoffgehalts statt. In den Hochmooren hat das Wasser eine braune Farbe, welche von freien Humussäuren herrührt; in den Flachmooren ist es farblos, klar, da der hier reichlich vorhandene Kalk die Humussäuren bindet.

Wegen der Atmung und Kohlensäure-Assimilation müssen die Pflanzen Einrichtungen haben, welche ihnen die Aufnahme von Sauerstoff und Kohlensäure im Wasser erleichtern. Viele untergetauchte Gewächse sind stark verästelt und tragen Blätter, die ähnlich den Kiemen der Wassertiere in haarfeine Zipfel zerteilt oder lang und schmal sind (*Utricularia*, *Ranunculus aquatilis* var. *submersus*, *R. divaricatus*; hieher gehören auch die Tauchblätter von *Oenanthe aquatica* und von *Hippuris vulgaris* var. *fluviatilis*). Wohl aus demselben Grunde tragen manche Algen (*Bulbochaete*, einige Arten von *Chaetophora* und *Coleochaete*, besonders aber das mit reichen Astquirlen versehene *Batrachospermum vagum*, auch *Stigeoclonium flagelliferum* und *longipilum*) lange feine Haare an den Zweigenden oder auf den Zellen scheibenförmiger Verbände. Bei den genannten Algen jedoch, besonders bei dem sehr lichtempfindlichen *Batrachospermum vagum*, dienen die chlorophyllosen Haare wohl in erster Linie als Lichtschutzapparate. Die Gewebe der meisten höheren Gewächse (*Typha*, *Sparganium*, *Scirpus*, *Juncus*, *Equisetum* u. a.) sind von großen Luftlücken durchzogen; bei *Utricularia* und *Lemna* befähigen diese auch zum Schwimmen.

Das Absorptionsvermögen des Wassers für Gase nimmt bekanntlich bei steigender Temperatur ab. Dies ist, abgesehen von den hier in erster Linie in Betracht kommenden Beleuchtungsverhältnissen, wohl auch der Grund, warum manche Wasserpflanzen (und Wassertiere) bei zunehmender Wärme im Sommer mehr oder weniger verschwinden (gewisse Diatomeen, z. B. *Meridion*, besonders aber Plankton-Flagellaten, wie *Dinobryon*, *Hyalobryon*, *Cyclonexis*, *Chlorodesmus*, einige Infusorien, z. B. *Holophrya simplex*, *Ophrydium*, und viele Copepoden). Wahrscheinlich wird bei diesen Organismen im Sommer neben dem Lichtoptimum auch das Optimum der Wärme überschritten. Bemerkenswert ist, daß im Hochsommer die Cyanophyceen, zumal die Oscillatorien, zunehmen, also Algen, welche bekanntlich die einzigen Bewohner sehr warmer Quellen sind.

Die oben angeführte Vergrößerung der äußeren Oberfläche durch Verästelung und fein zerteilte Blätter erleichtert nicht nur die Atmung und Kohlensäureassimilation, sondern auch die Aufnahme

der im Wasser gelösten Nährstoffe; diese Aufnahme geht bei submersen Gewächsen an der ganzen Oberfläche vor sich, weshalb die Epidermis derselben zart und nur schwach kutikularisiert ist.

Die nährstoffarmen Gewässer der Hochmoore (also der Schonacher, größtenteils auch des Schwenninger Moors) haben eine ganz eigentümliche Flora und Fauna; viele der in sonstigen Binnengewässern und Sümpfen lebenden Organismen sind wegen Nahrungsmangel, besonders aber auch wegen der freien Humussäuren, hier ausgeschlossen, obgleich die Verbreitung dieser Wasserorganismen durch Wind, Wasservögel und Wasserinsekten leicht geschehen könnte.

a) Das Plankton.

Es besteht aus mikroskopischen, meist einzelligen, einzeln oder in Kolonien lebenden Organismen, die unter der Oberfläche des Wassers schwebend herumtreiben oder auf derselben schwimmen. Ihr spezifisches Gewicht muß ungefähr das des Wassers und diesem der Tiefe nach angepaßt sein. Als Schwebevorrichtungen dienen hauptsächlich: die Vergrößerung der Körperoberfläche, häufig durch Fäden, Borsten, Stacheln und stärkere Fortsätze (z. B. Peridineen, besonders *Ceratium*, unter den Flagellaten *Mallomonas Ploessli*, *Trachelmonas*, *Phacus longicauda*, unter den Desmidiaceen *Staurastrum gracile* u. a.), ferner die Vereinigung zu ketten-, stern-, buschförmigen, kugeligen und anders gestalteten Kolonien (manche Diatomeen, z. B. *Tabellaria fenestrata*, besonders var. *asterionelloides*, Schizophyceen, mehrere eine „Wasserblüte“ bildend, ferner *Cyclonexis annularis*, *Chlorodesmus hispida*. *Dinobryon sertularia* und *stipitatum*, *Synura*, *Syncrypta* u. a. Flagellaten), endlich Gasvakuolen bei schwimmenden Cyanophyceen. Die Stacheln haben wie die Gehäuse bei vielen noch den Zweck des Schutzes (auffallend stark ist das Stachelkleid bei der im Blindensee zeitweise ungemein häufigen *Mallomonas Ploessli* entwickelt). Von Bacillariaceen kommen hier nur die Planktondiatomeen in Betracht, welche sich von den Grunddiatomeen dadurch unterscheiden, daß sie dünnere Schalen ohne Rhaphen, aber Schwebevorrichtungen haben, während die stärkeren Schalen der letzteren mit Nähten zum Austritt der lokomotorisch wirkenden Plasmafäden versehen sind.

Mehrere Cyanophyceen des Torfmoors können eine „Wasserblüte“ bilden, wie *Microcystis flos aquae*, *Anabaena flos aquae*,

Coelosphaerium Kützingianum u. a. Sie haben im Protoplasma kleine, unregelmäßige, mit Luft erfüllte Räume — Gasvakuolen (bei *Anabaena circinalis* sehr deutlich sichtbar), welche jedoch den reifen Sporen fehlen, damit diese zu Boden fallen.

Zum Plankton gehören auch gewisse Chlorophyceen (z. B. Volvocaceen, besonders *Volvox* und etliche Arten der Gattung *Chlamydomonas;* auch einige *Tetrasporaceae* und *Protococcaceae*), endlich noch viele Bakterien, die auf dem Wasser schwimmen, so *Spirillum*, *Spirochaete*, zu gewissen Zeiten auch *Lamprocystis roseo-persicina*, welche den Faulschlamm mehrerer Teiche, besonders des Dürrheimer Moors, überzieht, aber aufsteigend mit Oscillatorien eine Wasserblüte bildet.

Zu diesem, meist aus einzelligen Organismen gebildeten *Phytoplankton* kommt noch das reich entwickelte, aus ein- und vielzelligen Wesen bestehende, sapropelbildende *Zooplankton*, zu welchem die freischwimmenden Ciliaten, Rotatorien, Gastrotrichen, Turbellarien, Oligochaeten, Copepoden, Daphniden, Ostracoden, Hydrachniden, Insektenlarven usw. zu rechnen sind.

b) Die Hydrochariten oder litorale Schwimmvegetation.

Ihren Namen trägt sie nach der bei uns in Oberschwaben da und dort vorkommenden, in Norddeutschland sehr häufigen Schwimmpflanze *Hydrocharis morsus ranae*. Vom Plankton unterscheiden sich ihre Vereine durch das Vorkommen von Moosen und Blütenpflanzen und mehrzelligen, seltener einzelligen Algen. In nährstoffreichem Wasser (also im Dürrheimer Flach- und an den Rändern des Schwenninger Zwischenmoors) sind es von Sporenpflanzen nur Algen, die hieher gehören, und zwar besonders Conjugaten (*Zygnema*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, sehr viele Desmidiaceen), ferner Ulothrichaceen, Chaetophoraceen, Oedogoniaceen und Cladophoraceen, auch *Vaucheria*. Durch die Diatomeen und Peridineen wird diese Vegetation mit dem Plankton verbunden. Von Blütenpflanzen kommen in den Baarmooren in Betracht: untergetauchte (*Utricularia vulgaris* und *minor*, *Lemna trisulca*) und schwimmende (nur *Lemna minor*).

In nährstoffarmem Wasser, also in den Schonacher Hochmooren und in der Mitte des Schwenninger Zwischenmoors, ist es fast nur flutendes und schwimmendes *Sphagnum (Sph. cuspidatum* var. *plumosum, mollissimum* und *submersum*), welches hierher gehört und oft mit *Hypnum fluitans* die Kolke erfüllt. Diese Formen sind

dem flutenden Wasserleben angepaßt. Im Gegensatz zu den terrestrischen Torfmoosen laufen bei den flutenden und schwimmenden die Äste nicht am Stengel herab, da sie nicht wie bei diesen eine abwärts gehende Leitung des Meteorwassers zu vermitteln haben. sondern sie stehen von der Hauptachse ab; auch sind die Internodien sämtlicher Achsen, wie dies bei allen flutenden Pflanzen der Fall ist, stark gestreckt, nicht gestaucht wie bei den landlebenden Torfmoosen.

Die Nahrung wird mit der ganzen Oberfläche aufgenommen, daher fehlt die Wurzel *(Utricularia)* oder dient hauptsächlich als Organ zur Herstellung des Gleichgewichts *(Lemna)*. Geschlechtliche Fortpflanzung tritt gegenüber der vegetativen, durch Teilung bewerkstelligten Vermehrung zurück. *Utricularia vulgaris* ist insektenblütig und fruktifiziert, wenn auch nicht häufig, auf dem Dürrheimer Moor und an der badischen Landesgrenze auf Dürrheimer Markung, während ich *Utricularia minor* und die *Lemna*-Arten in unsern Mooren nie blühend gesehen habe. Die Vermehrung geschieht bei diesen Pflanzen gewöhnlich durch Sprossung mit nachfolgender Teilung.

Wie die eigentlichen Wasserpflanzen überhaupt, so sind auch die Hydrochariten größtenteils einjährig, z. B. viele Algen. Die Blütenpflanzen perennieren und verjüngen sich durch knospenartige Wintersprosse *(hibernacula)*, welche im Herbst auf den Grund sinken und im Frühling aufsteigen *(Utricularia)*, oder es überwintern am Boden die jüngeren, noch mit Luft erfüllten Sprosse *(Lemna)* oder besondere inhaltsreiche Zellen (*Cladophora fracta*, die jedoch nur in freischwimmendem Zustande hieher gehört).

c) Vegetation der Nereïden.

Sie bildet den Übergang von der vorhergehenden zur folgenden Pflanzenformation und umfaßt die auf fester Unterlage aufsitzenden oder als Epiphyten auf anderen Pflanzen (seltener auf Tieren) lebenden Hydrophyten. An felsigen Meeresküsten und in reißenden Strömen der heißen Zone in großer Zahl und Mannigfaltigkeit auftretend, erreicht sie in den Mooren nur eine geringe Entwicklung und besteht fast nur aus Algen, welche hier wegen ihres besonderen Interesses etwas genauer aufgeführt werden sollen.

1. Dem *Cladophora*-Typus Kirchner's gehören festsitzende, im Wasser flutende, faden- und büschelförmige Blau-, Grün- und Rotalgen an.

Von Schizophyceen: *Tolypothrix lanata* und *tenuis* an Wassermoosen, besonders an *Hypnum fluitans*, im Schwenninger und Dürrheimer Moor; *Calothrix fusca* in den Lagern von *Nostoc*, *Chaetophora*, *Batrachospermum* und *Schizochlamis*, sowie in den Kolonien des Infusors *Ophrydium versatile* in den Baar- und Schonacher Mooren; *Calothrix ascendens* an Wassermoosen und Blütenpflanzen der Baarmoore; *Calothrix parietina* an abgestorbenen Pflanzenteilen ebendort.

Von Chlorophyceen: *Mischococcus confervicola* an *Utricularia minor*; *Ulothrix zonata* in den Baar- und Schonacher Mooren, jedoch selten, an allerlei Gegenständen festsitzend; *Chaetophora pisciformis*, *elegans* und *tuberculata* an Sumpfpflanzen und auf Gehäusen von *Limnaea stagnalis* und *Planorbis marginatus* im Schwenninger, *Ch. elegans* auch in den Schonacher Mooren; *Stigeoclonium falklandicum*, *tenue*, *flagelliferum* und *longipilum* an *Utricularia*, *Lemna* und anderen Wasserpflanzen, sogar an *Arcella*-Gehäusen des Schwenninger Zwischenmoors und der Schonacher Hochmoore; *Microthamnion Kützingianum* und *strictissimum* an *Utricularia*, *Hypnum fluitans*, *Sphagnum cuspidatum* und anderen Wassermoosen, sowie auf Confervaceen der Baar- und Schonacher Moore; *Oedogonium Vaucheri*, *capillare* und *Rothi* auf *Utricularia vulgaris* und *Sphagnum* im Schwenninger Moor; *Cladophora fracta* im Dürrheimer Moor, anfangs angewachsen an *Phragmites communis* und *Typha latifolia*, später freischwimmende Watten bildend — auch in der Neckarquelle.

Von Rhodophyceen: *Batrachospermum vagum* an abgebrochenen Ästen von *Pinus montana* und anderen abgestorbenen Pflanzenteilen im Blindensee.

2. Der Diatomeentypus bildet gelbbraune, krustenförmige oder gallertige Überzüge, seltener an abgestorbenen Pflanzenteilen, meist jedoch epiphytisch auf lebenden Gewächsen. Außerordentlich stark entwickelt sind solche Überzüge an *Heleocharis acicularis*, welche, wie oben gesagt, an der Nordseite den äußersten Saum um den Moosweiher bildet. Fast ausschließlich gehören hieher Bacillariaceen, daneben auch einige Cyanophyceen. Ich führe dieselben nach den von Früh-Schröter aufgestellten Gruppen auf.

a) Mit der Schalen- oder Gürtelseite aufsitzende Diatomeen: *Cocconeis pediculus* und *placentula*, im Dürrheimer Moor sehr häufig, mit der Schalenseite auf *Cladophora fracta* sitzend; *Epithemia turgida*, *sorex*, *zebra* und *argus* im Schwenninger und

Dürrheimer Moor, mit der Gürtelseite auf Fadenalgen und *Utricularia* sitzend.

β) Mit einem Ende festsitzende Bacillariaceen: *Synedra lunaris* sehr häufig an Fadenalgen und *Utricularia* im Schwenninger und Dürrheimer Moor, ebenso *Synedra ulna, oxyrhynchus, radians* und *capitata*, letztere nur im Dürrheimer Moor gefunden.

γ) Flutende, an einem Ende festsitzende Ketten von Bacillariaceen: *Diatoma vulgare* und *elongatum* auf verschiedenen Wasserpflanzen der Baar- und Schonacher Moore; *Fragilaria virescens* und *capucina* ebenso; *Tabellaria flocculosa*, häufig an Fadenalgen, *Utricularia* und anderen Pflanzen.

δ) Auf langen Gallertstielen festsitzende Bacillariaceen: *Gomphonema capitatum, constrictum, intricatum* und *tenella*, sämtlich, größtenteils häufig, auf *Cladophora, Oedogonium* und *Utricularia* der Baarmoore; *Rhoicosphenia curvata* seltener ebendort; *Cymbella cistula, lanceolata* und *gastroides* häufig im Schwenninger und Dürrheimer Moor.

ε) In Gallertscheiden eingeschlossene Bacillariaceen: *Navicula (Encyonema) lacustris* im Schwenninger Moor. *Vanheurckia vulgaris* im Wolfbauernmoor und Blindensee; *Cymbella prostrata* (je und je) und *caespitosa* (seltener) im Schwenninger Moor.

ζ) Kugelige oder ausgebreitete Gallertkolonien bildende Schizophyceen: *Rivularia natans* an *Chara fragilis* in den Weiherwiesensümpfen.

3. Der *Coleochaete*-Typus bildet festanliegende Überzüge von Grünalgen, selten von Blaualgen auf Pflanzen und Tieren: *Chamaesiphon incrustans* und *confervicola* an *Chara* und *Utricularia* in den Baarmooren; *Coleochaete orbicularis* und *scutata* an Wassermoosen und Wurzeln von *Lemna* und *Ranunculus aquatilis* var. *submersus* der Baarmoore; *Chaetopeltis orbicularis* auf *Utricularia vulgaris* der Baarmoore; *Bulbochaete setigera, pygmaea, rectangularis* und *minor* an *Utricularia, Sphagnum* und anderen Pflanzen auf Schwenninger und Schonacher Mooren; *Palmella stigeocloni* an verschiedenen Wasserpflanzen in Torfgräben des Schwenninger Moors, an *Glyceria fluitans* im Wolfbauernmoor; *Palmella muscosa* massenhaft an *Stellaria uliginosa* in einem Abflußgraben des Wolfbauernmoors; *Apiocystis Brauniana* an Fadenalgen, *Utricularia* und *Navicula* im Schwenninger Moor; *Characium*

Naegeli an Fadenalgen und *Utricularia* der Baarmoore, an *Ulothrix subtilis* im Blindenseemoor; *Characium pyriforme* an *Utricularia minor*, Schwenninger Moor; *Chlorangium stentorinum* auf *Cyclops viridis*, Culiciden- und Ephemeridenlarven und auf *Arrenurus* in den Baarmooren.

Als Anhang zur Nereïdenvegetation sei hier noch kurz die festsitzende Sumpffauna des Moors zusammengestellt.

Unter den Flagellaten sind als dauernde oder vorübergehende Epizoën zu nennen: *Oikomonas termo* und *mutabilis*, gefunden an *Utricularia* und Ephemeridenlarven, sowie an der auf einer *Corethra*-Larve wachsenden *Cladothrix dichotoma* und auf Gehäusen der ihrerseits wieder auf *Cyclops* lebenden *Cothurnia imberbis; Cephalothamnium cyclopum* und *cuneatum* auf *Cyclops*-Arten; *Dendromonas virgaria* auf *Chara fragilis; Anthophysa vegetans* an *Utricularia* und anderen Pflanzen; *Deltomonas cyclopum* auf *Cyclops*; *Dinobryon utriculus* auf *Utricularia* und verschiedenen Fadenalgen; *Hyalobryon ramosum* auf *Mougeotia parvula*, *Ulothrix subtilis* und *Ophiocytium majus; Colacium calvum* und *vesiculum* auf Cyclopiden und Ephemeridenlarven.

Die Ciliaten stellen zur Nereïdenfauna ebenfalls ein bedeutendes Kontingent. Mehrere Arten der Gattung *Stentor* leben in Gallerthüllen angeheftet an Pflanzen, können aber ihre Behausung jederzeit verlassen und freischwimmend den Wohnsitz wechseln; unter ihnen traf ich *Stentor Roeseli* und *St. Baretti* häufig an *Utricularia* und *Chara fragilis*. Die Mehrzahl der Vorticellidinen ist den größten Teil ihres Lebens seßhaft und führt nur als Schwärmer oder beim Ortswechsel ein freies Leben. Unter ihnen fand ich *Scyphidia limacina* auf Gehäusen von *Planorbis marginatus*, die Gattung *Vorticella* an *Utricularia*, Fadenalgen und anderen Wasserpflanzen; die Gattungen *Carchesium* und *Epistylis* auf *Cyclops*, Phryganidengehäusen, Fadenalgen und *Utricularia; Rhabdostyla brevipes* auf Ephemeridenlarven, Cyclopiden und Daphniden, eine sehr merkwürdige Varietät dieser Art, *Rhabdostyla brevipes* var. *epinaïs*, auf den Borsten von Naïden (*Naïs uncinata, Chaetogaster niveus, Aeolosoma quaternarium*); *Opercularia berberina, nutans, articulata* und *coarctata* auf *Utricularia minor*, seltener *vulgaris*, *Opercularia cylindrata* auf *Cyclops; Pyxidium cothurnoides* auf *Cypris; Cothurnia crystallina* an *Utricularia, Lemna, Cladophora*, *Cothurnia Sieboldi* auf *Utricularia vulgaris*, *Cothurnia imberbis* auf *Cyclops*. — Hieher gehören noch die im

Schwenninger Moor besonders im Frühling und Vorsommer auffallenden, bis apfelgroßen Kolonien von *Ophrydium versatile*, welche an *Potamogeton natans, Sparganium minimum, Comarum palustre* und anderen Pflanzen befestigt sind, häufig auch freischwimmen.

Unter den Suctorien (Sauginfusorien) fand ich *Podophrya fixa* und *Tokophrya Steini* auf den Gehäusen von *Planorbis marginatus*, *Tokophrya cyclopum* an den Ruderantennen von *Cyclops* und *Acineta linguifera* an den Beinen einer Wassermilbe *(Hydrophantes ruber)*.

Nicht wenige weibliche Rädertiere leben ebenfalls nur in der Jugend freischwimmend, heften sich aber bald dauernd an Pflanzen und wechseln nur vorübergehend ihren Wohnort. Ich sah die Gattung *Floscularia* häufig in den Gabeln der Blattabschnitte von *Utricularia, Limnias ceratophylli* an eben genannter Pflanze, die seltene *Tubicularia najas*, sowie *Cephalosiphon limnias* an *Utricularia minor*, *Oecistes crystallinus* an *Sphagnum cuspidatum* var. *plumosum*.

Endlich seien hier noch die Bryozoenstöcke von *Fredericella* sp.? an *Myriophyllum verticallatum* erwähnt.

d) Die Limnäenvereine oder die Schlammvegetation.

Während die bisher behandelten Vereine schwimmende und schwebende oder auf toten oder lebenden Körpern seßhafte Pflanzen umfassen, sind die Genossen der limnetischen Vereine an den Boden gebundene, mit untergetauchten oder mit Schwimmblättern versehene Wasserpflanzen (mit Ausnahme vieler Grunddiatomeen, welche mittels Protoplasmafäden auf dem Schlamm umherkriechen).

Die Limnäenflora besteht in den nährstoffreichen Gewässern der beschriebenen Moore (also besonders im Dürrheimer, aber teilweise auch im Schwenninger, zumal an der Grenze gegen die Keuperformation hin) aus höher organisierten Grünalgen (vorzugsweise Characeen, mehr kalkreiches Wasser liebend, besonders auf Mergelboden der Dürrheimer Markung), Moosen (das teilweise schon der Hydrocharitenformation angehörige *Hypnum fluitans*, hauptsächlich var. *submersum, H. exanulatum, aduncum, scorpioides* u. a.), aus Blütenpflanzen (*Hippuris vulgaris* f. *fluviatilis* in einem Sumpf beim Zollhaus und im Dürrheimer Moor, *Potamogeton pusillus* und *natans, Sparganium minimum* — steht auf dem Übergang vom nährstoffreichen zum nährstoffarmen Wasser, Moosweiher, Weiherwiesensümpfe —, *Ranunculus aquatilis* f. *submersus* und *R. divaricatus*).

In nährstoffarmen Gewässern (also teilweise im Schwenninger Moor, besonders im nördlichen, der Lettenkohle angehörigen Teil, namentlich aber in den Schonacher Hochmooren) ist die Limnäenvegetation viel ärmer. Von Lebermoosen gehört hieher *Scapania uliginosa* in einem Kolk des Wolfbauernmoors; von Laubmoosen sind es vorherrschend die *Sphagnum*-Arten der Kolke und nassen Schlenken (*Sphagnum rubellum*, zumal var. *versicolor*, *Sph. medium* var. *purpurascens* z. T., *Sph. riparium*, *recurvum* mit der Form *mucronatum* und *Sph. cuspidatum*); von Blütenpflanzen findet sich auf den Schonacher Hochmooren *Montia rivularis*.

In diesen, teilweise schon in den vorigen Pflanzenvereinen tritt die Abhängigkeit des Blattbaus und der Blattform vom umgebenden Medium ganz auffallend hervor. Die untergetauchten Blätter entbehren der Spaltöffnungen; der Transpirationsstrom wird durch Diffusion ersetzt, daher sind die Gefäße reduziert. Bei den dorsoventral gebauten Schwimmblättern befinden sich die Spaltöffnungen vorwiegend auf der Oberseite, die Epidermis ist chlorophyllfrei, die Cuticula fettig, also unbenetzbar; so sind die Spaltöffnungen vor dem Eindringen des Wassers geschützt. *Potamogeton natans* hat ovale Schwimmblätter, *Sparganium minimum* Bandblätter, *Potamogeton pusillus* und *Hippuris vulgaris* f. *fluviatilis* tragen schmallineale Blätter. In fadenförmige Abschnitte geteilte Blätter (den Kiemen mancher Insektenlarven ähnlich) treffen wir schon bei der zu den Hydrochariten gehörigen *Utricularia*, in dieser Vegetation bei *Ranunculus aquatilis* f. *submersus* und *R. divaricatus*. Diese fein zerteilten Blätter sind nicht nur zur Atmung und zur Aufnahme der Nahrung sehr geeignet, sondern auch geschickt, dem Anprall der Wellen auszuweichen.

Was die Fortpflanzung betrifft, so tritt hier die geschlechtliche mehr in den Vordergrund. Bei den Kryptogamen (Charen und Moosen) geht sie bekanntlich nur im Wasser vor sich. Die Blütenpflanzen heben ihre Infloreszenzen über das Wasser empor und sind teils windblütig (*Sparganium minimum* und *Potamogeton*) teils insektenblütig (*Ranunculus aquatilis*). *Hippuris*, *Potamogeton* und *Ranunculus* verbreiten sich durch Stocksprosse im Schlamm und bilden dort Ableger.

Als Anhang zur Limnäenvegetation seien hier nach Warming-Graebner noch die Schizophyceenvereine genannt. Wie bekannt treten sie hauptsächlich in warmen Quellen und am Meeresboden auf, aber auch am Boden der Süßwässer, häufig auch am

faulschlammigen Grunde der flachen Gewässer der Baarmoore. Hier kommen in erster Linie in Betracht die *Beggiatoa*-Arten, welche als kreideweiße, flockige Massen den Boden der Moorlachen überziehen (in denselben oft massenhaft das Infusor *Uronema griseolum*), ferner die an ähnlichen Orten lebenden *Thiothrix*-Arten und *Micrococcus ruber*, die schon beim Plankton erwähnte *Lamprocystis roseo-persicina* und andere Bakterien, endlich besonders die Oscillatorien und in Gemeinschaft mit ihnen manche Euglenen, z. B. *Euglena deses*, viele Astasiiden und Peranemiden. Die Schizophyceenvereine bilden an den genannten Orten eine oft sehr üppige Saprophytenvegetation, welche von den am Grunde angehäuften organischen Massen, also auf dem Sapropel, lebt; einzelne Arten können, wie schon gesagt, mittels Gasvakuolen als „Wasserblüte" an die Oberfläche emporsteigen, z. B. *Lamprocystis roseo-persicina* im Verein mit Oscillatorien. Die Schwefelbakterien (*Beggiatoa*, *Thiothrix*, *Micrococcus ruber*, *Lamprocystis rosco-persicina*) nehmen den bei der Zersetzung organischer Reste im Wasser entstehenden Schwefelwasserstoff auf und reduzieren ihn zu Schwefel und Wasser; so entstehen in ihren Zellen die stark lichtbrechenden, unter dem Mikroskop deutlich sichtbaren Schwefelkörnchen.

Ein reiches Tierleben bevölkert diese saprophile Schizophyceenvegetation. Sie besteht aus Rhizopoden (nackten und beschalten Amöben, unter diesen *Arcella vulgaris*, *dentata*, *mitrata*, *Hyalosphenia papilio*, *cuncata* und *elegans*, viele Arten von *Difflugia*, *Centropyxis aculeata*, *Euglypha alveolata* und *ciliata*, *Cyphoderia ampulla*), Heliozoën (besonders häufig *Acanthocystis turfacea*, seltener *erinaceus*, *Actinophrys sol* und *Actinosphaerium Eichhorni*), Mastigophoren (außer zahlreichen Proto- und Polymastiginen besonders viele Euglenen, am häufigsten *E. velata*, *gracilis* und *deses*, auch *oxyuris*, seltener die schöne *E. spirogyra* u. a., und verwandte Formen, wie *Astasia margaritifera* und *curvata*, die interessante *Distigma proteus*, *Peranema trichophorum*, *Heteronema*, *Dinema griseolum*, *Tropidoscyphus octocostatus* u. a.), Ciliaten (*Opistodon niemeccensis*, *Spirostomum teres* und *ambiguum* und die sonst seltene, noch wenig bekannte *Drepanomonas dentata*), Nematoden und Oligochaeten (besonders *Limnodrilus Udekemianus*, unser häufigster Wasserregenwurm) und aus Muscheltieren (*Sphaerium corneum*, *Calyculina lacustris*, *Pisidium nitidum*, *obtusale* und im Wolfbauernmoor auch die seltene *ovatum*).

Aus der Gruppe der Sumpfpflanzenvereine kommt für unsere Moore in Betracht

e) die Helophytenvegetation,

d. h. die im Wasser festgewurzelte oder an wasserreichen Boden gebundene Formation mit in die Luft ragenden Laubsprossen. Bei dauernder Überflutung können die meisten der hieher gehörigen Pflanzen ihren Bau ändern und zu eigentlichen, d. h. zu schwimmenden oder tauchenden Wasserpflanzen werden, z. B. *Hippuris vulgaris* wird zu *H. vulgaris* f. *fluviatilis;* die Landform von *Polygonum amphibium* verwandelt sich in die schwimmende Form *P. amphibium* var. *natans.* Die Mehrzahl besteht aus mehrjährigen Pflanzen mit kriechenden Rhizomen oder mit Ausläufern. Zum Zweck der Ernährung und Verbreitung besitzen diese eine große vegetative Wanderfähigkeit und sind unterirdisch bei *Equisetum*, *Typha*, *Phragmites*, *Scirpus Tabernaemontani*, *Heleocharis*, *Eriophorum polystachium*, *Sparganium erectum* und *simplex*, *Scheuchzeria palustris*, *Epipactis palustris*, *Andromeda*, *Vaccinium uliginosum*, *Lysimachia vulgaris* und *thyrsiflora* u. a.; oberirdisch bei *Vaccinium oxycoccus.* Eine geringe oder fast gar keine vegetative Wanderfähigkeit haben die rasen- oder horstbildenden Helophyten, z. B. *Eriophorum vaginatum*, *Carex paniculata* und *canescens.* Sie legen in gewisser Höhe Erneuerungssprosse an, durch welche der Horst nicht nur ein vertikales, sondern auch ein, freilich geringes, peripherisches Wachstum erhält.

Unterscheidend ist für die Helophyten wie für die früher behandelten Pflanzenvereine, ob sie dem nährstoffreichen oder nährstoffarmen Wasser angehören. Die ersteren bilden im wesentlichen die Vegetation des Flachmoors, die andern die des *Sphagnum*- oder Hochmoors. Die Vegetation des Zwischenmoors, d. h. eines infolge Emporwachsens aus dem Wasser zum Hochmoor fortgeschrittenen Flachmoors oder, mit andern Worten, eines Flachmoors mit aufgelagertem Hochmoor, trägt in den mittleren Partien Hochmoor-, in den äußeren Flachmoorcharakter, wie wir dies im Schwenninger Moor so klar sehen konnten. Die Klasse der hiehergehörigen Pflanzenvereine, deren genaue Kenntnis wie die der folgenden für die richtige Beurteilung der beschriebenen Moore außerordentlich wichtig ist, wird von Warming, wie es vom Standpunkt einer allgemeinen Pflanzengeographie geboten ist, in zwei zerlegt, in die des Rohrsumpfs (*Arundinetum*) und in die des eigentlichen Flachmoors. Von unserem Standpunkt aus können wir sie nicht trennen, da wir sie auf dem Dürrheimer Flach- wie auf dem Schwenninger Zwischenmoor so nah vereinigt sehen. Auch Weber

und Früh-Schröter räumen den Rohrsümpfen keine besondere Klasse im Flachmoor ein; ersterer führt den Seggen- und Schilftorf, wenn er auch in manchen Mooren zwei verschiedene aufeinanderfolgende Schichten bildet, unter dem gemeinsamen Namen telmatischer Niederungstorf auf.

Betrachten wir zuerst

die Rohrsümpfe oder Arundineta.

Im Dürrheimer und Schwenninger Moor reichlich vertreten, den Schonacher Hochmooren (mit nährstoff- bezw. kalkarmem Wasser) natürlich ganz fehlend. Sie tragen eine vorwiegend monokotyle, meist in stillem Wasser (in den ziemlich tiefen Moosweihern) wachsende Vegetation. Weber fand die Rhizome von *Phragmites* 40 cm unter der Wasseroberfläche; im Dürrheimer Moor mögen Schilfrohr und Rohrkolben noch tiefer gründen. Die Vegetation des Arundinetums schließt nicht dicht zusammen und beherbergt in ihren Lücken oft Vertreter der Hydrocharitenvereine (Algen, besonders *Cladophora*, ferner *Lemna*, zumal *trisulca*, und *Utricularia vulgaris*). Die Rohrsümpfe der beiden Moore sind hauptsächlich bestanden mit *Typha latifolia*, *Phragmites* (im Dürrheimer Moor mit sehr nährstoffreichem Wasser in prächtigen Beständen, im Schwenninger nur noch kümmerlich erhalten), *Phalaris arundinacea* (Dürrheimer Moor, im Schwenninger nur beim Zollhaus, aber auch hier sehr spärlich), *Heleocharis palustris*, *Scirpus Tabernaemontani*, *Carex paniculata*, *teretiuscula*, *pseudocyperus*, *rostrata*, *vesicaria*. Unter diese Monokotylen mischen sich *Equisetum limosum* und von Dikotylen *Ranunculus lingua* (Salinenmoos und Villinger Markung), *Lythrum salicaria*, *Hippuris* (Stammform, Dürrheimer Moor), *Oenanthe aquatica* (beim Zollhaus), *Lysimachia vulgaris* und *thyrsiflora* (erstere beim Zollhaus und im Dürrheimer Moor, letztere in den vorderen Moosweihern, im Salinen- und Dürrheimer Moor), *Senecio spatulifolius* (beim Zollhaus).

Je nach dem Vorherrschen einer Art entstehen verschiedene, oft ziemlich reine Bestände. Ein schönes *Phragmitetum* kommt auf dem Dürrheimer Moor vor, ein fast reines *Typhetum* und *Scirpetum* (*Scirpus Tabernaemontani*) ebendort; der große Moosweiher gehört teilweise dem ersten, teilweise dem zweiten Typus an, während der kleine neben einem kleineren Typhetum ein fast reines *Equisetum* (ein solches, jedoch mehr gemischt, auch auf dem Salinenmoos) und einige Sümpfe des Dürrheimer und des Kugelmooses *Magnocaricta* bilden. Bei all diesen Vereinen (mit Ausnahme der letzten) sind es

starke, kriechende Rhizome, welche das gesellige Wachstum und zum Teil reine Bestände hervorbringen.

Die Laubsprosse der Rohrsumpfpflanzen sind hauptsächlich nach drei Typen gebaut: 1. blattlos, fast nur von einem langen, die spirren- oder ährenförmige Infloreszenz tragenden Internodium gebildet (*Scirpus Tabernaemontani*, *Heleocharis*), ähnlich der oft unverzweigte, aber aus vielen Stengelgliedern bestehende und an den Knoten mit scheidenartigen Blättern versehene Stengel von *Equisetum limosum*; 2. hohe, oben ährenförmige männliche, darunter kolbenförmige weibliche Blütenstände tragende Schäfte, am Grunde mit langen, linealen, schraubig gedrehten Blättern und von ebensolchen Blattbüscheln, die wie der Schaft von der Grundachse ausgehen, umgeben (*Typha latifolia*); 3. hohe Halme mit meist rispig gestellten, ährenförmigen Blütenständen und zwei- oder dreizeilig angeordneten, schmallinealen, einfach rinnigen oder W-förmig versteiften Blättern (Gramineen und Cyperaceen). Allen diesen Monokotylen und Pteridophyten ist gemeinsam der hohe, schlanke, senkrechte, unverzweigte Wuchs; auch die zu diesen Vereinen gehörigen dikotylen Pflanzen haben dasselbe Gepräge (z. B. *Lysimachia thyrsiflora* und *Ranunculus lingua*).

Wir sehen in diesen Bauverhältnissen der Rohrvegetation eine Anpassung an Wind- und Wasserströmungen, indem Sprosse und Blätter diesen leicht nachgeben und sich wieder aufrichten. Besondere Einrichtungen zum Schutz gegen das Geknicktwerden durch den Wind zeigen *Phragmites* und *Typha*. Der reich beblätterte, im Sommer und Herbst noch mit großen Blüten und Fruchtrispen besetzte hohe Schilfstengel bietet der bewegten Luft eine große Angriffsfläche dar. Um diese zu vermindern, sind die Blattscheiden um den Stengel leicht drehbar und ertragen eine starke seitliche Zerrung, so daß beim Winde sämtliche Blätter sich wie Wetterfahnen von demselben ab gegen die Leeseite kehren. Um die langen und dabei ziemlich breiten Blätter der Rohrkolben, besonders von *Typha latifolia*, gegen den Anprall des Windes zu schützen, sind sie der Länge nach schwach schraubig gedreht (wie wir dies z. B. auch bei *Viscum album*, *Narcissus*, *Colchicum* und verschiedenen Laucharten sehen), weichen so dem Winde leicht aus und stellen ihm niemals die breite Fläche zum Angriffe, sondern nur die Kante gegenüber.

Die Rohrpflanzen besetzen zuerst die Ufer der Gewässer, dienen hier als Wellenbrecher und tragen sehr viel zur Verlandung bei, in-

dem sie mit ihren Rhizomen den Grund auffüllen und wassereinwärts schreiten. Früher hatten die Rohrsümpfe des Schwenninger und Dürrheimer Moors eine weit größere Ausdehnung als jetzt. Dies beweisen bei letzterem die angrenzenden Wiesen und Äcker, zwischen deren Gräsern und Getreidehalmen in Menge das hohe Schilfrohr hervorragt; bei ersterem ist es aus der großen Verbreitung des Schilftorfs zu schließen.

Die gewöhnliche Flachmoorvegetation beansprucht weniger Wasser als die der Rohrsümpfe; das Wasser ist mehr hochstehendes Grund- als offenes Wasser. Infolgedessen wird die Pflanzendecke dichter, geschlossener, und die Laubsprosse erheben sich fast mit ihrer ganzen Länge in die Luft. Die Flachmoore entstehen gewöhnlich auf muldenförmigem oder flachem, mehr oder weniger wagrecht liegendem Gelände, wie das Schwenninger und Dürrheimer Moor. Ihr Torf ist verhältnismäßig reich an Stickstoff und an den bekannten mineralischen Nährstoffen, das Wasser enthält Kalk in so reichlichem Überschuß, um die Humussäuren als unlösliche Kalkhumate auszufällen und zu binden und ist deshalb ganz klar. Wegen reichlicher Versorgung mit mineralischen Nährstoffen sind die Pflanzen größtenteils mykorrhizenfrei, also eutroph (alle Cyperaceen, die meisten Gramineen und Juncaceen, sowie alle Pteridophyten). Die Pilztätigkeit im Boden ist gering.

Diese kurze Charakteristik der Flachmoore paßt ganz genau auf die die Rohrsümpfe des Dürrheimer Moors umsäumenden sumpfigen Stellen, sowie auf die seichten Sümpfe der Dürrheimer und Villinger Markung, welche in die Keuperformation überleiten, ferner aufs Salinenmoos, welches zwischen Hügeln von Gipskeupermergeln liegt, teilweise auch auf verschiedene andere Sümpfe des auf Schwenninger Markung gelegenen Mooranteils; dagegen trägt das im Südwesten an das Salinenmoos anstoßende Kugelmoos, wie oben gesagt, Zwischenmoorcharakter.

Die Pflanzendecke des Flachmoors setzt sich vorzugsweise aus Monokotylen zusammen, jedoch mit Beimischung vieler Dikotylen, einiger Pteridophyten und vieler Moose, besonders Hypnaceen. Am reichsten vertreten sind die Cyperaceen, zumal die Gattung *Carex*, von welcher einige Arten (besonders *C. paniculata* und *canescens*) aus dem Sumpf hervorragende Rasen oder Bulte erzeugen; auch die Gattungen *Eriophorum* (*vaginatum*, horstbildend, *polystachium* und *latifolium*), *Scirpus* (*silvestris* und *setaceus*) und *Heleocharis* (*palustris, acicularis* und *uniglumis*); von echten Gräsern

Agrostis vulgaris und *canina*, *Triodia decumbens*, *Anthoxanthum odoratum* (merkwürdigerweise oft an sehr feuchten Plätzen) und *Molinia caerulea*, letztere mehr dem Zwischenmoor angehörig, in Schwenningen sehr häufig, auf Unterwuhr nur in wenigen, und zwar etwas veränderten Exemplaren wachsend, im Dürrheimer Moor ebenfalls selten; ferner Juncaceae (*Juncus glaucus* im Schwenninger Moor selten, auf Unterwuhr häufig, *J. effusus* ebenso, *J. Leersi* sehr häufig, *J. acutiflorus*), Juncaginaceae (*Triglochin palustris*, auf Schwenninger Moor häufiger als auf Dürrheimer), Orchidaceae (*Epipactis palustris*, *Orchis latifolia* und *incarnata*, *Platanthera bifolia*), *Rumex aquaticus*, Umbelliferae (*Peucedanum palustre*, dem Zwischenmoor angehörig, *Selinum carvifolia*, *Silaus pratensis*, *Angelica silvestris*), Ranunculaceae (*Caltha*, *Ranunculus flammula*, *R. sceleratus*, *R. acer*), Rosaceae (*Potentilla silvestris*, *Comarum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Sanguisorba officinalis*), ferner *Coronaria flos cuculi*, *Nasturtium palustre*, *Parnassia palustris*, *Lotus uliginosus*, *Polygala amara*, *Hypericum tetrapterum* und *quadrangulum*, *Viola palustris*, *Epilobium palustre* und *parviflorum*, *Menyanthes trifoliata*, *Gentiana verna*, *Myosotis palustris*, *Scutellaria galericulata*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica* var. *verticillata*, *grata*, *Veronica scutellata*, *Galium palustre* und *uliginosum*, *Valeriana dioica*, *Succisa pratensis*, verschiedene Compositae, wie *Gnaphalium uliginosum*, *Bidens cernuus* und *tripartitus*, *Achillea ptarmica*, *Cirsium palustre* und *rivulare*, *Serratula tinctoria*, letztere im Dürrheimer Moor häufig, *Leontodon hastilis*, *Hieracium auricula* und *pratense*.

Von Pteridophyten ist *Aspidium spinulosum* (dem Zwischenmoor angehörig) an der Villinger und Dürrheimer Grenze je und je zu finden, *Asplenum filix femina* selten, *Equisetum palustre* sehr häufig. Als Bodenvegetation spielen unter den Moosen viele sumpfliebende Hypnaceen eine Rolle (*Hypnum cuspidatum*, *aduncum*, *stellatum*, *stramineum*, *falcatum*, *Climacium dendroides*, *Camptothecium nitens*, *Philonotis fontana*, *caespitosa* und *calcarea*), ferner *Bryum bimum* u. a. Zwischen ihnen bedeckt an lichten Stellen nicht selten *Marchantia polymorpha*, oft prächtig fruchtend, den Sumpfboden.

Das Dürrheimer Moor zeigt uns ein interessantes Caricetum, einen stellenweise reinen, stellenweise mit *Carex teretiuscula* untermischten Bestand von *Carex paniculata*, auf dessen Bulten man den Sumpf schreitend und springend durchwandern kann; schöne *Cariceta* werden auch von *Carex rostrata* im Kugelmoos, am Moosweiher und anderen Orten, von *vesicaria* auf ersterem, von *Goodenoughi* da und

dort, von *flava* neben dem Fieberkleesumpf gebildet. Ziemlich ausgedehnte *Eriophoreta* kommen durch *Eriophorum vaginatum* außerhalb, durch *E. polystachium* innerhalb des Stichs zustande. Ebenfalls ausgedehnt sind die *Molinieta* um den Moosweiher und im Kugelmoos; doch gehören, wie weiter oben gesagt, diese wie auch die von *Eriophorum vaginatum* gebildeten *Vagineta* dem Übergang zum Hochmoore, also dem Zwischenmoore an, wie wir sie auch häufig mit niederen Torfmoosrasen von *Sphagnum cymbifolium* und *acutifolium* besetzt sehen. Eigentliche *Hypneta* sind seltener und kommen nur in kleineren Ausdehnungen an Sümpfen, jedoch selten in reinen Beständen vor.

Die meisten Pflanzenarten der Flachmoore sind mehrjährig, einjährig nur die schmarotzenden Rhinantheen *(Euphrasia Rostkoviana, stricta* und *odontites, Alectorolophus major* und *minor, Pedicularis silvatica* und *palustris).* Rasenbildende Arten finden sich häufig (Seggen und Gräser), ebenso Arten mit Ausläufern und Wanderrhizomen (*Equisetum palustre, Carex Goodenoughi* und *panicea, Menyanthes* u. a.).

Über manche Flach- und Zwischenmoore sind viele Sträucher verteilt. Besonders reich an solchen ist das Schwenninger Moor, arm das Dürrheimer. Unter denselben nehmen die Weiden den ersten Rang ein; die häufigste ist *Salix aurita*, nicht selten sind *S. cinerea* auf Schwenninger, die niedliche *Salix repens* auf Villinger Markung, mehr schon zum Hochmoor gehörig, die prächtige Lorbeerweide *(S. pentandra)* auf Kugel- und Salinenmoos, sowie auf dem Ankenbuckmoor. Zwischen die Weidenbüsche mischen sich solche von *Populus tremula, Betula verrucosa,* im Zwischenmoor auch *pubescens,* von *Rhamnus frangula* (auch dem Hochmoor, also dem Zwischenmoor angehörig) und stellenweise von *Rubus idaeus.* Besonders erwähnt sei unter den Sträuchern die Vogelbeere *(Pirus aucuparia*, welche in vielen Exemplaren über die trockenen Ränder wie über die feuchte Mitte des Schwenninger Moors verbreitet ist. Wie aus Abschnitt V erhellt, findet sie sich auch auf den südbayrischen und norddeutschen Mooren, wie sie ja auch auf dem Humusboden der Wälder häufig ist. Nach obiger Tabelle gehört sie dem Zwischenmoor, also nicht nur dem Flach-, sondern mehr noch dem Hochmoor an, wie ihr häufiges Vorkommen in den Schonacher Mooren beweist. — *Alnus glutinosa* steht in baumartigen Exemplaren im Sumpf beim Zollhaus nahe der Quelle und repräsentiert den letzten Rest eines ehemaligen Erlenbruchs oder *Alnetums.*

Das Hochmoor.

Während Rohrsümpfe und Flachmoore sich in nährstoffreichem Wasser bilden, entsteht das Hochmoor in nährstoffarmem Wasser oder auf feuchtem Boden in Gegenden mit reichlichen Niederschlägen. Offenes Wasser kann stellenweise vorhanden sein (z. B. auf dem Veenhuser, auf dem Blindensee-, weniger auf dem Wolfbauernmoor), ist jedoch nicht gerade notwendig (die Auricher Moore besitzen derzeit auf weite Strecken keine Wasseransammlungen). Das Flachmoor verdankt seine Entstehung immer einem undurchlässigen Untergrund (Lettenkohle im Schwenninger und Dürrheimer); auch das *Sphagnum*- oder Hochmoor baut sich oft, aber nicht immer auf einem solchen auf. Der Untergrund der Schonacher Hochmoore ist, wie oben angegeben wurde, Granitgrus und Granitsand, dessen Feldspat bei Verwitterung einen tonreichen Boden liefert und die atmosphärischen Niederschläge nicht versickern läßt. „Feuchte Luft und Tau sind jedoch nach Graebner die Lebensbedingung für jedes *Sphagnum*-Moor.“ — Die Lage desselben kann ziemlich eben und wagrecht sein, wie bei den angeführten ostfriesischen Mooren und dem schwach geneigten Blindenseemoor; es kann sich aber auch an einem Abhang hinziehen, wo das Wasser leicht abläuft, wie das auf der Wasserscheide zwischen Prech- nnd Gutachtal liegende Wolfbauernmoor — ein Gehängemoor.

Ein altes Flachmoor geht, wenn es aus dem Wasser herauswächst, wenn sein Kalkgehalt und die mit demselben stets auftretenden Nährsalze durch das kohlensäurehaltige Regenwasser ausgelaugt sind oder durch lange Torfablagerung ein nährstoffarmer Boden hergestellt ist, in ein Hochmoor über, oder vielmehr: dieses baut sich auf jenem auf, ähnlich wie das Uhrglas sich über das Zifferblatt wölbt. Deutlich sehen wir dies am Schwenninger Moor, welches ein Flachmoor mit aufgesetztem Hochmoor, also nach Früh einen kombinierten Moortypus, nach Potonié ein Zwischenmoor darstellt.

Aus der Entstehungsweise des Hochmoors folgt, daß sein Wasser kalkarm, durch die freien Humussäuren bräunlich gefärbt, sein Torf nährstoffarm, besonders arm an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure ist. Daß ersterer besonders durch tierische Exkremente und Reste, zumal der auf den Hochmooren, z. B. im Schwenninger oft zur Plage werdenden Stechmücken und deren

Larven, sowie der Wiesenmotten, den Pflanzen zugeführt wird, wurde weiter oben ausgeführt. Auch das Meteorwasser führt dem Hochmoor Stickstoff, und zwar im Ammoniak zu. Beim Kampf um die spärlich vorhandenen Nährsalze spielt die Ausrüstung vieler Hochmoorpflanzen mit der *Mykorrhiza* eine sehr wichtige Rolle. Die „fleischfressenden Pflanzen" des Hochmoors *(Drosera, Utricularia, Pinguicula)* verschaffen sich reichlich stickstoffhaltige Nahrung durch Fang und Verdauung von Tieren und vermehren beim Absterben den Stickstoffgehalt des Hochmoors. — Durch Düngung wie durch Überrieselung mit nährstoffreichem Wasser, also in beiden Fällen durch reichliche Zufuhr von Nährsalzen, verschwindet in Bälde die eigentümliche, einem nährstoffarmen Boden angepaßte Vegetation des Hochmoors, am schnellsten das Torfmoos mit *Drosera*.

Wie schon gesagt, bilden die *Sphagnum*-Rasen, besonders der Arten mit am Stengel herablaufenden Ästen, Kapillaren zum Aufsaugen und Festhalten des Wassers. Doch hat man ihr Wasserhebungsvermögen früher etwas überschätzt; es erstreckt sich auf keine bedeutendere Höhe, und die Wasserbewegung in den Torfmoosrasen ist nach C. A. Weber hauptsächlich eine absteigende, entsprechend den am Stengel herablaufenden Ästen. Die Rasen füllen sich mit Wasser (mehr Niederschlags- als Grundwasser) und halten es fest, auch in den Polstern, die ziemlich weit über den Grundwasserstand hervorragen. In der Mitte der Rasen hält sich natürlich das Wasser am längsten und ist sonach das Wachstum am stärksten. Daher wölben sie sich hier höher empor als an den mehr austrocknenden und daher schwächer wachsenden Rändern. Dies hat zur Folge, daß das *Sphagnum*-Moor, das nichts anderes ist als ein riesiges Torfmoorpolster, nach Früh-Schröter die Mammutform eines Moosbultes, in der Mitte stärker wächst und höher wird als am Rande. Aus diesem Grunde hat man ihm ja auch von Anfang an den Namen Hochmoor beigelegt.

Die auf den Schwenninger und den Schonacher Mooren vorkommenden *Sphagnum*-Arten sind betreffenden Orts aufgeführt. In und zwischen ihren Rasen finden wir auch einige Arten der Flachmoorvegetation, z. B. *Equisetum limosum, Potentilla silvestris, Comarum palustre, Parnassia palustris* (auf den Schonacher Mooren sehr häufig), *Caltha palustris, Ranunculus flammula, Lotus uliginosus, Epilobium palustre, Menyanthes trifoliata, Pedicularis* u. a. Charakteristisch ist in dieser Beziehung für die Schonacher Moore *Melampyrum*

pratense var. *paludosum*, ein Parasit, der aber nach L. Koch auch saprophytisch existieren kann; merkwürdig ist die braunrote Färbung der Pflanze, wohl eine Anpassung an das Höhenlicht und wie bei *Aira flexuosa* ein Schutz gegen zu starke Sonnenbestrahlung (wohl *Anthokyan?*). Was aber die Flora des eigentlichen Hochmoors auf den ersten Blick von der des Flach- und Zwischenmoors unterscheidet, ist ihre Armut, sowohl an Arten wie an Individuen. Die Pflanzendecke ist nicht überall geschlossen; da und dort schaut der nackte Moorboden aus ihr hervor. S. Weber, Augstumalmoor S. 48.

Die Lebensweise der Pflanzen im Sphagnetum ist mehr oder weniger eine saprophytische, bei den meisten Holzgewächsen eine mykotrophe; Arten mit ober- oder unterirdischen Wandersprossen eignen sich hier sehr gut; dieselben dienen nicht nur zur Vermehrung, sondern auch zur Besiedelung neuer Nährplätze. Unter den Moosen treten die Hypnaceae zugunsten der Sphagnaceae und Polytrichaceae zurück. Von ersteren findet sich auf den Schonacher Mooren besonders noch *Aulacomnium palustre* und *Bryum Duvali*, von letzteren *Polytrichum commune*, *strictum*, *gracile* (letzteres in Stichen), selten *juniperinum*. Unter den Lycopodiaceen ist hier *Lycopodium selago* zu nennen, von Juncaginaceen *Scheuchzeria palustris*, von Gramineen *Molinia caerulea* und *Agrostis canina*, von Cyperaceen besonders *Eriophorum vaginatum*, *Carex pauciflora*, *echinata*, *canescens*, *Goodenoughi*, *flava* und *rostrata* (diese Art also im Hochmoor wie im Flachmoor, dort jedoch weniger üppig als hier), von Juncaceen neben *Juncus acutiflorus* (hier üppiger als im Schwenninger Moor) *J. filiformis* und *squarrosus* (letzteres namentlich am trockenen Rande). Vor allem aber sind für das Hochmoor charakteristisch die mykotrophen Ericaceen: *Vaccinium oxycoccus*, *uliginosus*, *vitis idaea*, *Andromeda polifolia* (*Empetrum nigrum* fehlt dem Schwenninger Zwischen- wie den Schonacher Hochmooren) und *Calluna vulgaris*, letztere Art besonders an trockenen Stellen und zuletzt so überhandnehmend, daß das Moor als *Calluna*-Moor bezeichnet werden kann. Dies gilt von großen Flächen der trockenen, teilweise aber auch noch feuchten Ränder des Schwenninger Moors wie von denen des Blindenseemoors. Von größeren Holzpflanzen treten auf den Schonacher Hochmooren die Weiden in den Hintergrund (ich fand nur *Salix aurita* und diese selten), während sie im Schwenninger Zwischenmoor in zahlreichen Arten und Varietäten wachsen; dagegen ist dort die Vogelbeere (*Pirus aucuparia*) eine noch häufigere Erscheinung als hier, und von *Betula*

tritt auf den Hochmooren überhaupt nur *pubescens* auf. Die mykotrophen Koniferen sind im Schwenninger und den Schonacher Hochmooren vertreten durch *Picea excelsa* und *Pinus silvestris*, auf den letzteren besonders noch durch die Moorkiefer, *Pinus montana* var. *uncinata*.

Auf den Hochmooren können nur solche Pflanzenarten gedeihen, die mit den Moospolstern im Wachstum gleichen Schritt halten. Über die hiezu notwendigen Einrichtungen, besonders über die Anlage der Erneuerungssprosse s. Weber, Augstumalmoor, und Früh-Schröter, Moore der Schweiz. Zur Torfbildung tragen *Sphagnum*, *Polytrichum*, *Eriophorum vaginatum* und *Calluna* am meisten bei.

Fassen wir die Unterschiede zwischen den in Rede stehenden Flachmooren (FM) und Hochmooren (HM) kurz zusammen, so ergeben sich folgende:

1. Entstehung. Das FM entsteht unter dem Einfluß von Wasser, das an mineralischen Nährstoffen, besonders an Kalk reich ist; das HM unter dem Einfluß von an Kalk armem Wasser auf feuchtem, schwer durchlässigem Untergrund und in niederschlagsreichen Gebieten. Die weite Verbreitung der Hochmoore im Granitgebiet des Schwarzwaldes beweist, daß nicht in erster Linie die Nährstoffarmut an sich, sondern die Kalkarmut es ist, welche in nährstofflicher Hinsicht die Entwickelung der Hochmoorflora beeinflußt. Anderseits dürfte es für Flachmoorgebiete physiologisch nicht ohne Belang sein, daß durch die Anwesenheit eines Kalküberschusses die freie Humussäure gefällt, bezw. die Bildung löslicher Humate verhindert wird.

2. Ausbreitung und Form. Beim FM beginnt die Bildung am Rande des Wassers und schreitet bei fortgehender Verlandung in zentripetaler Richtung fort; seine Oberfläche ist horizontal oder schwach muldenförmig. Das HM bildet sich von einem gewissen Zentrum aus und breitet sich in zentrifugaler Richtung über ebene oder geneigte Flächen aus; seine Oberfläche ist uhrglasförmig gewölbt.

3. Pflanzendecke. Die Hauptkonstituenten des FM bilden Glumifloren (besonders Cyperaceen, Gramineen und Juncaceen), untermischt mit dikotylen Stauden; von Laubmoosen herrschen die Hypnaceen vor, von autotrophen Holzpflanzen *Salix*, *Alnus*, *Betula verrucosa* und *Rhamnus frangula*; die Bulte sind Seggenbulte.

Die Hauptkonstituenten des HM sind *Sphagna*, ferner *Polytrichum*, *Aulacomnium*, weniger *Hypnum*, daneben mykotrophe Holzpflanzen, besonders Ericaceen (*Vaccinium oxycoccus* und *uliginosum*, *Andromeda*, *Calluna*), ferner *Betula pubescens*, *Pinus silvestris* und *montana* var. *uncinata;* die Bulte sind Moos- und Heidbulte oder Horste von *Eriophorum vaginatum*.

4. Ökologische Verhältnisse. Das FM ist reich an mineralischen Nährsalzen, daher seine Vegetation üppig oder eutroph (besonders stark sind entwickelt die unterirdischen Teile, welche den größten Anteil an der Torfbildung nehmen) und autotroph, daher mit schwacher Pilztätigkeit. Die Flachmoorpflanzen sind sämtlich hydrophil und von hohem Aschengehalt.

Das HM ist arm an mineralischen Nährsalzen, weil Kalk fehlt, das Kali aber als leicht lösliches Humat fortgeführt wird, daher seine Vegetation mager oder oligotroph (die unterirdischen Teile schwächer entwickelt, an der Torfbildung nehmen hauptsächlich die oberirdischen teil), mit vielen mykotrophen (starke Pilztätigkeit) und fleischfressenden Pflanzen. Der Wassergehalt der Pflanzen ist geringer (manche sind sogar xerophil: *Calluna*, *Nardus*, *Juncus squarrosus* u. a.), ebenso der Aschengehalt.

Xerophytencharaktere unter den Sumpfpflanzen.

Merkwürdigerweise zeigen einige Moorpflanzen in ihren Anpassungsverhältnissen Einrichtungen, welche sonst nur den Xerophyten (Trockenpflanzen) zukommen, besonders solche, die gewöhnlich zur Verminderung der Transpiration dienen. „Die Schutzmittel gegen Transpiration sind auf konstant feuchtem Boden nicht weniger ausgeprägt als auf trockenem.“ Schimper. Die Gründe für diese Erscheinung sind am Ende dieses Abschnitts angedeutet. Sie ist um so seltsamer, als anderseits viele Sumpfpflanzen mit besonders großen Wasserspalten an den Blättern versehen sind, um das überschüssige Wasser, welches wegen der großen Feuchtigkeit der umgebenden Luft durch Verdunstung nicht rasch genug beseitigt werden kann, in Tropfenform auszuscheiden. Sehr große Wasserspalten zeigen die Blätter von *Ranunculus flammula* und *Lythrum salicaria;* bei *Hippuris vulgaris* hat jedes Blatt nur eine einzige an der Spitze.

Zur Herabsetzung der Verdunstung dienen folgende Einrichtungen.

1. Starke Haarbekleidung tritt an den einjährigen Zweigen von *Salix repens* auf; die mit rückwärts gebogenem Rand (ebenfalls

ein Mittel zur Herabsetzung der Transpiration) versehenen Blätter sind in der Jugend auf beiden Seiten silberweiß seidenhaarig, im Alter unterseits wenigstens mit anliegenden Seidenhärchen besetzt. Diese Bekleidung muß als Schutz gegen zu starke Verdunstung gedeutet werden, ist aber zugleich auch ein Mittel, um das Eindringen der in der feuchten Atmosphäre sich an den Blättern niederschlagenden Wassertropfen zu verhindern.

Sehr merkwürdig ist, daß *Filipendula ulmaria* in Sümpfen und Gräben der Baarmoore, auch in den Randgebieten nur in der Varietät *discolor* Celakovsky mit unterseits weißfilzigen Blättern vorkommt; nur an trockeneren Stellen (bei den hinteren Sümpfen gegen die Weiherwiesen) traf ich die Form *denudata* Presl mit unterseits kahlen oder fast kahlen Blättern. Wahrscheinlich hängt diese Erscheinung mit dem größeren oder geringeren Gehalt des Bodens an Humussäuren, welche die Nahrungsaufnahme erschweren, zusammen, so daß also die Pflanze im Moorsumpfe eines Trockenschutzes benötigt ist, den sie außerhalb desselben entbehren kann.

2. Bei mehreren Cyperaceen (z. B. bei *Carex panicea*) und bei *Lysimachia thyrsiflora* werden die Spaltöffnungen vielfach von Papillen oder Kuticularzapfen überdeckt — ebenfalls ein Schutz gegen die Verstopfung derselben durch Wasser, zumal bei Überschwemmungen.

3. Demselben Zweck dienen die Wachsüberzüge auf beiden Seiten der Blätter von *Vaccinium uliginosum* oder nur auf der mit Spaltöffnungen besetzten Unterseite derer von *V. oxycoccus* und *Andromeda polifolia*. (Bei beiden letzteren ist der xerophile Charakter auch in der Zurückrollung der Ränder ausgeprägt. S. im nächsten Abschnitt „Das ericoide Blatt".) Auch unter den Monokotylen finden wir manche blau- oder graugrüne Formen, z. B. *Typha*, *Scirpus Tabernaemontani*, *Carex panicea* und besonders *Carex rostrata* (zumal im Frühling), deren Blätter auch etwas eingerollt werden können.

4. Starke Kuticularisierung der Epidermis zeigen die Stengel und Blätter des an den Rändern der Schonacher Hochmoore und sonst an trockenen Stellen derselben wachsenden *Juncus squarrosus*, sowie die Lederblätter von *Vaccinium vitis idaea* und *V. oxycoccus* — wohl ein Schutz gegen zu starke Transpiration. Das Blatt der beiden zuletzt genannten Pflanzen und von *Andromeda polifolia* ist lederartig, glänzend, immergrün; der Glanz rührt davon her, daß die

auffallenden Lichtstrahlen von der glatten Oberfläche größtenteils reflektiert werden, was zur Herabsetzung der Transpiration beiträgt.

5. Während die Wasser- und Sumpfpflanzen meist breite, flache Blätter tragen (*Potamogeton natans*, *Viola palustris*), finden wir unter den letzteren einige wenige Arten mit schmalen, linealen Blättern, z. B. *Sagina nodosa*, *procumbens* und *Calluna vulgaris*. Bei ersterer, sonst an sandigen Teichufern, im Schwenninger Moor im Fieberkleesumpf und seiner Fortsetzung wachsend, sind die Spaltöffnungen durch Haare gegen Verstopfung seitens des Wassers geschützt, bei letzterer, eigentlich einer echten Trockenpflanze, aber merkwürdigerweise auch an nassen Stellen vorkommend, in „windstille" Räume eingeschlossen.

6. Viele Arten haben als Assimilationsorgane senkrechte, stielrunde, sogenannte Zylinderblätter oder blattlose assimilierende Stengel mit oder ohne solche, so *Equisetum limosum*, die echten *Juncus*-Arten, *Scirpus Tabernaemontani*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex pauciflora*; bei *Scheuchzeria palustris* und *Triglochin palustris* sind die Blätter halbstielrund.

7. Flache, breite oder ziemlich breite, fast senkrechte Blätter tragen *Alisma plantago*, *Typha*, *Sparganium*; die aufrechte Stellung schützt gegen zu starke Bestrahlung durch die hochstehende Sonne.

8. Einige Cyperaceen können ihre Blatthälften nach oben gegeneinander neigen und schließen, z. B. *Carex Goodenoughi*. Die Spaltöffnungen sind jedoch nicht bloß über die beim Schließen verborgene Ober-, sondern auch über die Unterseite verbreitet, hier aber wie auch dort durch Wachsschüppchen geschützt. Das Schließen der Blätter und die Wachsbedeckung dienen bei diesen Riedgräsern nebenbei auch als Schutzmittel gegen das Eindringen von Wasser bei Überschwemmungen und bei Benetzung durch Regen, wie die oben genannten Papillen oder Kuticularzapfen. Eine ähnliche Einrichtung zeigen die Widertonmoose (Arten von *Polytrichum*), deren Blattränder sich bei Trockenheit nach oben gegen die Mitte einschlagen und an die grünen Längsleisten der Oberseite anlegen; zugleich aber machen die Blätter bei mehreren Arten, z. B. bei *Polytrichum strictum* und *commune*, noch spiralige Drehungen und legen sich dem Stengel an. S. Kerner, Pflanzenleben.

Daß zwischen den angeführten Bauverhältnissen und dem nassen Standort der Pflanzen ein ursächlicher Zusammenhang besteht, ist klar. In manchen Gattungen, die sowohl im Sumpf als

auch auf dem Lande lebende Arten enthalten, sind die ersteren nicht, wie man meinen könnte, die breit- sondern die schmalblättrigen, was sich z. B. deutlich an *Epilobium palustre*, *Lysimachia thyrsiflora*, *Galium palustre* und *uliginosum*, sowie an *Veronica scutellata* zeigt, wenn wir dieselben vergleichen mit *Epilobium angustifolium*, *Lysimachia vulgaris*, *Galium mollugo* und *boreale*, mit *Veronica teucrium* und andern auf trockenerem Lande wachsenden Formen. Bei *Lysimachia thyrsiflora* sehen wir noch weitere Vorrichtungen gegen zu starke Transpiration. Die Blätter sind, besonders in der Jugend, am Rande rückwärts eingerollt und auf der Unterseite wollig behaart. Wahrscheinlich dienen auch die zahlreichen roten Drüsenpunkte an Blättern und Blüten demselben Zwecke.

Alle die hier erwähnten Erscheinungen mögen mehrfache Ursachen haben. S. Warming-Graebner p. 185 und 186 und Schimper an verschiedenen Stellen. Die wichtigsten sind wohl folgende zwei. Der wasserdurchtränkte, daher kalte Sumpfboden ist sauerstoffarm, aber reich an Humussäuren. Erstere Eigenschaft erschwert die Atmung der Pflanze; letztere äußert dieselbe Wirkung wie der Salzgehalt des Meerwassers, d. h. sie beeinträchtigt die Wasseraufnahme. Durch die Sauerstoffarmut des Bodens wie durch seinen Reichtum an Humussäuren wird also die Wurzeltätigkeit der Pflanze vermindert; es muß daher die Transpiration herabgesetzt werden, um sie in Einklang mit der Wasseraufnahme zu bringen oder mit andern Worten die „Wasserbilanz" herzustellen.

B. Die Xerophytenvegetation.

Die im vorigen Abschnitt angeführten Sumpfpflanzen mit xerophilem Charakter mögen uns überleiten zu den eigentlichen Xerophyten der beschriebenen Torfmoore. Daß Trockenpflanzen, deren höher organisierte Typen häufig verholzt sind, im Schwenninger und in den Schonacher Mooren ziemlich zahlreich vorkommen, kann nicht befremden, da die Ränder derselben mit ihrem trockenen Torfmoder geeignete Standorte für sie bieten; doch fehlen natürlich die ausgesprochensten Charaktere derselben, die den Steppen- und Wüstenpflanzen ähnlichen Gewächse, welche sich meist durch starke Dornbildung auszeichnen; nur *Ononis spinosa* mit Zweigdornen und *Genista sagittalis* mit geflügeltem Stengel erinnern an solche, gehören jedoch nur dem äußersten Rande des Moors an. In den Rohr-, Seggen- und Charasümpfen des Dürrheimer Wiesenmoors ist die Xerophytenvegetation natürlich völlig ausgeschlossen.

Mancherlei Einrichtungen sind es, welche die Trockenpflanzen befähigen, eine länger oder kürzer dauernde Dürre zu ertragen. Manche Algen (*Nostoc commune, Protococcus viridis* u. a.), Flechten (die oben angeführten Cladonien und *Peltigera canina*), einzelne Moose (z. B. *Ceratodon purpureus*) können ohne Schaden so weit austrocknen, daß sie ganz spröde werden und sich zerreiben lassen; bei Benetzung durch atmosphärische Niederschläge werden sie sofort wieder biegsam und geschmeidig.

Mittel zur Regulierung der Transpiration.

1. Periodische Oberflächenverminderung tritt bei den sommergrünen Sträuchern des Moors (wie überhaupt bei solchen Laubhölzern unseres Florengebiets) durch den herbstlichen Laubfall ein; die oberirdischen Teile sind im Winter, wo die Wurzeln aus dem gefrorenen Boden kein Wasser aufnehmen können, gegen Austrocknung durch Kork im Rindengewebe und durch die mit Korkhüllen, Haaren und Harz versehenen Knospenschuppen geschützt. „Die Winterzeit entspricht pflanzenphysiologisch einer ausgesprochenen Trockenzeit.“ Schimper.

In ganz anderer Weise wird die Verkleinerung der transpirierenden Oberfläche bei einigen Gräsern und Dikotylen durch das Rollblatt bewirkt. Bei *Festuca ovina*, *Aira flexuosa* (weniger vollkommen bei *Bromus erectus* und *Agrostis vulgaris*) rollen oder falten sich bei trockenem Wetter die steifen, schmalen Blätter borstenförmig nach oben zusammen; die breit linealen Blätter des Ruchgrases (*Anthoxanthum odoratum*) rollen sich ebenfalls zigarrenförmig ein, um sich bei feuchtem Wetter wieder flach auszubreiten. Ein ähnliches Einrollen oder Einbiegen nach oben zeigen bei trockenem Boden und trockener Luft unter den Dikotylen *Hieracium pilosella* und *Gnaphalium dioicum*, welche dürre Plätze bewohnen. Es biegen sich zuerst die Ränder der am Boden ausgebreiteten Rosettenblätter auf; allmählich krümmt und rollt sich das ganze Organ so ein, daß nur die mit weißem Haarfilz besetzte Unterseite den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist. Ein Einrollen nach unten findet statt bei *Galium verum* und *boreale*, schwächer auch bei *Thymus*; durch dasselbe wird die transpirierende Unterseite den austrocknenden Winden entzogen, und die Spaltöffnungen werden in windstillen Räumen geborgen.

2. Dauernde Profilstellung der Blätter setzt ebenfalls die Verdunstung herab. Die Blätter der schon genannten *Festuca ovina*,

ebenfalls von *Calluna* und *Lycopodium sclago* stehen senkrecht oder mehr oder weniger steil aufgerichtet, und dies um so mehr, je mehr sie der Sonne und der Trockenheit ausgesetzt sind, um so weniger, je feuchter ihre Umgebung ist und je schattiger sie stehen.

3. Blatt- und Sproßformen mit geringer Oberfläche. „Wassermangel wirkt verkleinernd auf die transpirierenden Organe.“ Dies beweist gar schön die Heideform des Hundsveilchens, *Viola canina* var. *ericetorum* (häufig am trockenen Rande beim Mooswäldle), mit seinen glänzenden, dicklichen, kurz gestielten Blättern, welche bedeutend kleiner sind als die der Stammform. — Wassermangel ist wohl auch die Ursache der Bildung folgender Blatt- und Sproßformen, welche sich durch geringe Transpiration (freilich auch geringere Assimilationsfähigkeit) auszeichnen: das Nadel- oder pinoide Blatt der Koniferen, das ericoide Blatt, ein Rollblatt, das mittels seiner nach unten gerollten Ränder windstille Furchen zum Schutz der Spaltöffnungen herstellt (*Calluna, Vaccinium oxycoccus, Andromeda*), das borsten- oder fadenförmige Blatt mancher Grasarten (*Festuca ovina, Nardus stricta, Aira flexuosa*: in den behaarten Furchen der rinnigen, beim Einrollen geschützten Oberseite liegen die Spaltöffnungen verborgen) und das juncoide oder Binsenblatt (manchen *Juncus*-Arten, Cyperaceen und den Juncaginaceen eigen, stiel- oder halbstielrund, gar nicht oder schwach rinnig, meist auf naßkaltem, den Winden ausgesetztem Boden). Dem juncoiden Blatt ähnlich ist der juncoide oder Binsensproß, blattlos, stielrund, unverzweigt (*Equisetum limosum, Scirpus setaceus, Tabernaemontani, Juncus glaucus, effusus, Leersi, filiformis*).

4. Hemmung der Verdunstung durch bedeckende Organe. Eine starke grau- oder weißfilzige Haarbekleidung kennzeichnet viele Xerophyten auf den ersten Blick und bildet einen starken Gegensatz zu der meist kahlen Oberfläche der Hydrophyten. *Mentha aquatica* var. *verticillata*, im Fieberkleesumpf häufig, ferner *Polygonum persicaria* kommen im Moor schwach behaart vor, tragen aber sonst auf trockenen Stellen ein viel stärkeres Haarkleid. Dagegen fand ich *Vicia cracca* in den hinteren Sümpfen stärker behaart als in Hecken, Gebüschen und in der Saat, sowie an trockenen Rändern des Moors. Von stark behaarten Trockenpflanzen des Torfmoors wurden bei Punkt 1 schon *Hieracium pilosella* und *Gnaphalium dioicum* genannt; auch *G. silvaticum* und der die alten Bulte bedeckende zottige Thymian (*Thymus lanuginosus*) gehören hierher.

Alte Blätter und Blattreste bleiben häufig ganz oder in aus-

gefaserter Form am Grunde der Pflanzen stehen, setzen die Transpiration herab und sammeln die wässerigen Niederschläge. Zu den Gräsern dieser Art, nach Hackel Tunikagräser genannt, gehören *Nardus stricta, Eriophorum vaginatum* u. a.

5. Bei den anatomischen Bauverhältnissen, welche die Verdunstung herabsetzen, kommt hauptsächlich das Hautgewebe und das Durchlüftungssystem in Betracht. Was ersteres betrifft, ist für die Torfmoorpflanzen weiter oben (xerophiler Charakter mancher Sumpfpflanzen) kurz angegeben.

Das Durchlüftungssystem der Pflanzen wird gebildet von den Intercellularräumen und ihren Öffnungen nach außen, den Spaltöffnungen. Die Intercellularräume sind natürlich bei den Xerophyten viel enger als bei den Hydrophyten; ebenso besteht ein sehr großer Unterschied zwischen beiden Gruppen in bezug auf die Spaltöffnungen. Letztere können sich bei den Trockenpflanzen schließen, bei den Sumpfpflanzen nicht. Die Zahl der Spaltöffnungen ist im allgemeinen um so kleiner, je trockener der Standort ist. Ihre Verteilung hängt von den Feuchtigkeitsverhältnissen ab. Während die Wiesengräser auf beiden Seiten mit solchen versehen sind, haben die xerophilen Gräser (*Nardus stricta, Festuca ovina, Aira flexuosa, Aerostis vulgaris*) solche nur in den Furchen der bei Trockenheit eingerollten Oberfläche.

Ein merkwürdiges Mittel zur Regulierung der Transpiration sind die ätherischen Öle, die bekanntlich in der Xerophytenvegetation der warmen Länder eine bedeutende Rolle spielen. Von unseren Moorpflanzen kommen vorzugsweise in Betracht der Thymian und das wahre Labkraut (*Galium verum*), die an trockenen Plätzen wachsen. Fast keine Sumpfpflanze jedoch entwickelt in den vegetativen Organen einen Wohlgeruch, seltener auch nur in der Blüte. Besonders merkwürdig ist jedoch in dieser Beziehung *Mentha grata* Host (= *M. odorata* Sole) mit starkem, sehr angenehmem Zitronengeruch. Auf Unterwuhr findet sie sich an zeitweise trockenen Stellen, im Moosweiher und Dürrheimer Moor aber ganz im Wasser. Die ätherischen Öle werden nebenbei auch als Schutz gegen pflanzenfressende Tiere angesehen.

Mittel zur Wasseraufnahme.

Viele Xerophyten besitzen besondere Mittel zu schneller Wasseraufnahme. Weiter oben wurden Algen, Flechten und Moose genannt, welche langes Austrocknen ohne Schaden ertragen

können. Wahrscheinlich sind sie imstande, aus dem Wasserdampf der Luft Feuchtigkeit zu verdichten und aufzunehmen; gewiß ist aber, daß sie Wasser in tropfbar flüssiger Form augenblicklich anschlucken und so plötzlich weich und voll werden. Bei vielen höher organisierten Xerophyten hat wohl auch die Epidermis die Fähigkeit, Regen und Tau aufzunehmen. Die aus alten Blättern und ausgefaserten Blattscheiden bestehende Hülle der Tunikagräser (z. B. *Nardus stricta* und *Eriophorum vaginatum*) fungiert nicht nur als Verdunstungsschutz, sondern auch als Mittel zur Festhaltung der wässerigen Niederschläge. Den xerophilen Gräsern ist in dieser Beziehung natürlich auch das Wachstum in dichten Rasen förderlich. Ähnlich wie die Tunika gewisser Gräser wirkt der Rhizoidenfilz mancher Moose, z. B. bei *Polytrichum strictum.*

Besondere Wasserbehälter oder Milchsaftgefäße existieren bei unseren Moorpflanzen nicht.

Zu den Xerophyten rechnet Warming (im Gegensatz zu Schimper) auch die Nadelhölzer mit ihrem für die Trockenheit sehr günstig gebauten pinoiden Blatt; jedoch sind nicht alle unsere Nadelhölzer ausgesprochene Trockenpflanzen. Die Spaltöffnungen sind gewöhnlich in Furchen eingeschlossen, die Epidermis ist stark kutikularisert, dazu noch durch Wachsüberzüge gegen Benetzung und zu starke Verdunstung geschützt. Größtenteils sind die Koniferen der Moore schon bei der Sumpfvegetation mit xerophilem Charakter genannt worden (*Picea excelsa*, *Pinus silvestris* und *P. montana*). Zu der eigentlichen Xerophytenvegetation gehört auf dem Schwenninger Moor neben der gemeinen Kiefer nur *Juniperus communis;* seine stechenden Nadeln tragen die mit bläulichem Wachsüberzug bedeckten Spaltöffnungen auf der rinnenförmig vertieften Oberseite. Bei Trockenheit richten sich die Nadeln etwas auf, um die Verdunstung herabzusetzen; in feuchter Luft stehen sie mehr von den Zweigen ab. Die gemeine Kiefer tritt in schönen, sehr charakteristischen Exemplaren als Windföhre vor dem Mooswäldle auf. Deutlich lassen die gekrümmten Äste und verbogenen, kurzen Zweige den Einfluß der trockenen Nord- und Ostwinde auf die Bildung der Krone erkennen.

Von der übrigen Xerophytenvegetation kommen für das Schwenninger Moor nur die Vereine der Zwergstrauchheide und der trockenen Sandflur, letztere jedoch nur in sehr beschränktem Maße und zwischen der ersteren in Betracht. An zwei kalkhaltigen Stellen des Randes (bei der Wasenhütte und beim Zollhaus) wächst die

stattliche wollköpfige Kratzdistel (*Cirsium eriophorum*), unsere am stärksten bewehrte Distel. Ein Teil ihrer Blattläppchen hat Profilstellung. Dadurch, noch mehr aber durch die wollige, an den Blütenköpfen spinnewebige Behaarung, sowie durch die Bewaffnung mit Dornen und die Härte ihres Stengels bekundet sie ihre xerophile Natur, die mit dem Standort auf warmem Kalk- und Mergelboden im Einklang steht.

1. Die Zwergstrauchheide.

Als solche können die westlichen und östlichen, in den bunten Mergeln des Gipskeupers gelegenen Ränder des Schwenninger Torfmoors angesehen werden; auch der Südwestrand derselben, d. h. der gegen das Zollhaus ansteigende, die drei Buchten des Moors begrenzende Abhang, der östlich der oben genannten Verwerfung aus bunten, stark verlehmten Keupermergeln, westlich derselben aus grauen, dolomitischen Schieferletten besteht, ist mit einzurechnen. Von Zwergstrauchpflanzen, deren Sprosse gewöhnlich gebogen, gekrümmt und zerbrechlich sind, gehören hieher: in erster Linie *Calluna vulgaris* und *Juniperus communis* („Im Moos" beim Zollhaus), aber auch *Vaccinium vitis idaea*, *V. myrtillus*, *Thymus chamaedrys* auf Bulten, *Th. lanuginosus* an sehr trockenen Stellen, in gewissem Sinn auch *Lycopodium clavatum*, alle mit dichtsitzenden, immergrünen, kleinen, meist linealen, oft ericoiden oder pinoiden Blättern; auch *Salix repens* kommt auf trockenen Stellen der Villinger Markung in der Zwergstrauchform vor und ist dann viel kleiner, zwergwüchsiger und kleinblättriger als im Sumpfe.

Wo die Zwergsträucher den Boden freilassen, ist er teils mit Flechten (besonders *Cladonia rangiferina*, *furcata*, *coccifera* und *macilenta*, *Peltigera canina*) und Moosen (Hypnaceen und Pottiaceen), teils mit xerophilen, rasenbildenden Gräsern, sogenannten Hungergräsern (*Anthoxanthum odoratum*, *Aira flexuosa*, *Festuca ovina*, *Nardus stricta*, teilweise auch *Agrostis vulgaris*), teils mit meist rasenbildenden Kräutern (vor allem *Rumex acetosella*, ferner *Scleranthus annuus*, *Viola canina* var. *ericetorum*, *Epilobium angustifolium*, *Campanula rotundifolia*, *Linaria vulgaris*, *Galeopsis tetrahit*, *Galium austriacum*, *Arnica montana*, *Gnaphalium dioicum* und *silvaticum*, *Tanacetum vulgare*, *Hieracium vulgatum*, *silvestre*, *laevigatum*) besetzt. Den Charakter dieser Vegetation bestimmt die gemeine Heide (*Calluna vulgaris*).

2. Die trockene Sandflur.

Dieser kleine Pflanzenverein schließt sich auf dem Schwenninger Moor eng an die Zwergstrauchheide an. Wie die letztere finden wir ihn nur an den Rändern des Moors, da, wo die bunten Mergel des Gipskeupers stark verlehmt und die Tonteilchen größtenteils ausgewaschen sind, aber ebenso auch auf Torfmoder, wo *Calluna* und *Vaccinium* wegen zu großer Trockenheit ausgestorben sind.

Die Vegetation ist der vorigen sehr ähnlich, oft fast ganz gleich; nur fehlen die Zwergsträucher. Kriechende Rhizome oder vielköpfige Wurzeln haben: *Rumex acetosella, Galium verum* und *saxatile* (häufig am Rande des Blindenseemoors auf Hochmoormoder wie auf mineralischem Boden); rasenbildend sind: *Festuca ovina, Nardus stricta, Dianthus deltoides*; oberirdisch kriechende Sprosse treiben: *Gnaphalium dioicum, Veronica officinalis* (halbstrauchartig), *Hieracium pilosella*. Dazu kommen mehrere einjährige Arten, welche ja für das Fortkommen im nährstoffarmen, trockenen Sandboden besonders geeignet sind: *Scleranthus annuus, Spergula arvensis, Spergularia rubra* (hier jedoch meist perennierend), *Eriophila verna, Potentilla verna, Veronica verna, Senecio silvaticus*. Rosettenbildend sind: *Hieracium pilosella* und *Eriophila verna*. Wie schon weiter oben gesagt wurde, kommen diese Sandpflanzen nicht nur an den im Gipskeuper liegenden Rändern, sondern auch im eigentlichen Moor vor.

3. Die Mesophytenvegetation.

Die noch übrigen Pflanzen des Torfmoors gehören den Mesophytenvereinen an. Sie lieben Boden und Luft von mittlerer Feuchtigkeit und zeigen auch in bezug auf ihren morphologischen und anatomischen Bau Verhältnisse, die wir als mittelmäßige oder gewöhnliche bezeichnen können. Es sind der Hauptsache nach Wiesen- und Weidepflanzen.

1. Die Wiesenpflanzen halten die Mitte zwischen den hydrophilen und mesophilen Vereinen. Die an den Rändern der hier beschriebenen Flachmoore und auf andern trockeneren Stellen derselben wachsenden Wiesengräser und Wiesenkräuter gliedern sich den ersteren an. Sie schließen sich zu einer dichten Pflanzendecke zusammen, deren Dichtigkeit durch das Abmähen behufs Streugewinnung gesteigert wird. Die Hauptmasse besteht aus Gramineen (*Phleum pratense, Agrostis vulgaris, A. alba, Poa trivialis,*

Holcus lanatus, Briza media). Dazwischen mischen sich viele mono- und dikotyle Stauden: *Orchis morio*, Polygonaceen *(Rumex crispus, obtusifolius, acetosa, Polygonum bistorta, amphibium* var. *terrestris).* Caryophyllaceen *(Coronaria flos cuculi*, diese aber auch im Sumpfe, *Stellaria graminea, Cerastium triviale)*, Ranunculaceen *(Ranunculus acer)*, Rosaceen *(Potentilla anserina* auf Unterwuhr, aber auch auf sehr sumpfigen Stellen in der Nähe des Zollhauses, *Geum rivale*, im Kugelmoos auch *urbanum, Alchemilla vulgaris)*, Papilionaceen *(Trifolium pratense* var. *pratorum, repens, minus, procumbens, Vicia cracca,* diese aber auch im Sumpfe), *Linum catharticum, Polygala amara* (auch im Sumpfe), *Carum carvi, Brunella vulgaris, Betonica officinalis, Plantago major* und *lanceolata, Galium cruciata, boreale* auf Unterwuhr, *mollugo, Valeriana officinalis, Dipsacus silvester, Knautia arvensis, Campanula patula,* Compositae *(Matricaria inodora, Cirsium oleraceum, palustre, rivulare, bulbosum Serratula tinctoria, Centaurea jacea, Leontodon autumnalis, Hieracium auricula, pratense, umbellatum).* Darunter ist rosettenbildend nur *Hieracium auricula.*

Einige Weiden können auch noch hieher gerechnet werden, da ihre einjährigen Sprosse beim Streumähen auch mit abgeschnitten werden, so *Salix aurita* und *repens.* Von Halbschmarotzern sind hier *Thesium pratense* und *Euphrasia Rostkoviana* zu nennen, letztere sehr häufig. An Wegen und anderen gelegentlich der Torfabfuhr gedüngten Stellen kommen die Nitrophyten *Polygonum tomentosum, lapathifolium, persicaria* und *hydropiper*, auch *Atriplex patulum* var. *angustifolium* vor; *Anagallis caerulea* fand ich im Stich!

Tussilago farfara wächst sonst gern auf feuchtem Lehm- und Kalkboden. Sendtner bemerkt, daß der Huflattich bei Wunsiedl in Bayern den Bergleuten das Vorhandensein von Bohnerz verrate, weil er Kalk anzeige, welcher das Erz zu begleiten pflege. Am Hauptgraben findet sich in der Nähe der Wasenhütte ein großer Bestand; sonst traf ich die Pflanze noch am Ostrand. Was den ersten Standort betrifft, ist weiter oben schon gesagt worden, daß beim Tieferlegen des Hauptgrabens Mergelboden aus dem unterlagernden Gipskeuper zutage gefördert und am Rande desselben aufgehäuft worden ist; der zweite Standort findet sich an einer abgestochenen Stelle im mineralischen, mergeligen Untergrund.

Merkwürdig ist auf dem Dürrheimer Moor am Südwestrande ein großer, üppiger Bestand von *Cirsium arvense,* wie die hohen

Rohrbestände und submersen Charawiesen jedenfalls ein Beweis für den Reichtum dieses Moors an Pflanzennährstoffen; kleinere Bestände wachsen auch am Hauptgraben.

2. Als Weide kommt vom Schwenninger Moor der beim Zollhaus gelegene, aus bunten Keupermergeln und Lettenkohle gebildete und in den Trigonodusdolomit übergehende Rand in Betracht; aber auch der trockene Gipskeuperhügel bei der Wasenhütte und ein Teil des Westrandes beim Mooswäldle können hiezu gerechnet werden, obgleich hier das Gras gemäht, nicht abgeweidet wird. Von Gräsern kommen hier vor: *Festuca rubra* und *fallax*, *Lolium perenne*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa pratensis*, *Agrostis vulgaris*, mehrere *Bromus*-Arten, besonders *Bromus erectus*, *inermis*, *mollis*, endlich *Holcus mollis*; von dikotylen Stauden und Kräutern: *Trifolium medium* (bei der Wasenhütte), *Taraxacum officinale*, *Leontodon autumnale*, *Bellis*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Achillea millefolium*, *Campanula rotundifolia*, *Plantago major* und *lanceolata*, *Hypericum perforatum*, *Linum catharticum*, *Ranunculus bulbosus*, *Stellaria graminea*, *Cerastium triviale*, *Daucus carota*, *Pimpinella Saxifraga*, *Carum carvi* — darunter einige Rosettenpflanzen: *Pimpinella saxifraga*, *Taraxacum*, *Bellis*. Den Grund bedecken da und dort Hypnaceen und *Peltigera canina*.

Zwischen diese gewöhnlichen mischen sich als seltenere Erscheinungen: *Orchis morio*, *Saxifraga granulata*, *Gentiana verna* (auf feuchtem Mergelboden) und *germanica*, *Jasione perennis* und *Cirsium acaule*. Als Halbschmarotzer begegnet uns hier fast überall die kleinblütige, meist dunkelgrüne *Euphrasia nemorosa*.

X. Mikroflora des Schwenninger Zwischenmoors und der Schonacher Hochmoore.

Sehr viele der nachstehend verzeichneten mikroskopischen Pflanzen (wie auch der im zoologischen Abschnitt behandelten Tiere) leben auch an andern Örtlichkeiten als im Moore. Die meisten einfachen Lebensformen des Süßwassers sind ja bekanntlich echte Kosmopoliten; nur eine verhältnismäßig geringe Zahl gehört speziell dem Torfmoor und zwar dem Zwischen- und Hochmoor an; solche Arten und Varietäten sollen durch die Bezeichnung Moorform hervorgehoben werden.

Wo bei den Mikroorganismen Maße angegeben sind (1 μ oder Mikromillimeter $= \frac{1}{1000}$ Millimeter), beziehen sie sich auf meine Messungen. Meist stimmen dieselben überein mit denjenigen der im hinten stehenden Literaturverzeichnis angegebenen, zur Bestimmung benützten Schriften. In manchen Fällen jedoch er-

gaben sich größere oder kleinere Unterschiede, die nicht immer auf Altersdifferenzen zurückzuführen sind. Häufig treffen wir in den Moorsümpfen Arten, die hier geringere Dimensionen aufweisen als in nährstoffreicheren Gewässern; solche relativ kleinere Hungerformen habe ich ebenfalls zu den Moorformen gerechnet.

I. Reihe. Schizophyta, Spaltpflanzen.

Die niedrigsten Formen sind einzellig, die höheren bilden fadenartige Zellreihen.

I. Klasse. Schizomycetes, Spaltpilze, Bakterien.

Hier kommen nur die größeren, das Sumpfwasser bewohnenden, nicht pathogenen Arten in Betracht.

I. Familie. Coccaceae, Kugelbakterien.

1. *Ascococcus* Billroth. Gallertkokken. *A. violaceus* Kirchner. Zellen 3—4 μ groß, durch Bakteriopurpurin rötlich gefärbt, mit Schwefelkörnchen. Im Sumpfwasser des Schwenninger und Dürrheimer Moors öfter gesehen, meist zwischen *Beggiatoa* und *Micrococcus*. Beobachtet Sommer 1902 und 1905.

A. rufus Winogradsky. Ebenso häufig in genannten Mooren. Sommer 1902 und 1905.

2. *Lampropedia* Schröter. Tafelkokken. Der Gattung *Merismopedia* unter den Schizophyceen entsprechend.

L. hyalina Schröter. Je und je in den Baarmooren. August und September 1902 und 1903.

3. *Micrococcus* Cohn. Kokken. *M. crepusculum* Cohn. In mehreren Torfgräben des Ostrandes und an der Dürrheimer Grenze fand ich das Wasser milchweiß getrübt und alle darin befindlichen Pflanzenteile mit weißem Schleim überzogen, der sich beim Schütteln in getrennte kugelige Zellen auflöste. Diese hatten fast 2 μ im Durchmesser und machten im Wasser tanzende Bewegungen (Brown'sche Molekularbewegung). Zwischen ihnen bewegte sich massenhaft *Bacterium termo* Dujardin. In den Baarmooren, August 1901, April 1902.

In mehreren Lachen des Schwenninger und Dürrheimer Moors geht der weiße Überzug vielfach in eine braunrote Farbe über; der Träger derselben ist *M. ruber* Migula mit Schwefelkörnern erfüllt, kommt im Dürrheimer Moor auch im Schlamm der Sümpfe vor. August 1901 und 1902.

4. Lamprocystis Schröter. Rote Wasserblüte. *L. roseo-persicina* Schröter. Merkwürdiges Schwefelbakterium; Zellen 1,5—2 μ im Durchmesser. Häufig in den Baarmooren, besonders häufig im Dürrheimer Moor und auf Dürrheimer Grenze. Bildet je und je mit andern Algen, zumal mit Oscillatorien eine Wasserblüte. Frühling und Sommer 1902 und 1905.

II. Familie. Bacteriaceae, Stäbchenbakterien.

Bacillus termo Cohn, *B. lineola* Cohn und *B. megatherium* de Bary beobachtete ich im Sommer 1902 oft in Wasser aus schmutzigen Moorlachen, wie auch sonst in länger stehendem Moorwasser. Sie bilden hier mit den folgenden Schraubenbakterien und saprophytisch lebenden Infusorien und

Flagellaten (wie *Chilodon cucullulus*, *Glaucoma scintillans*, *Colpoda cucullus*, *Paramaccium caudatum*, *aurelia* und *putrinum*, *Cyclidium glaucoma*; *Trepomonas*, *Tetramitus*, *Astasia*, *Menoideum*, *Chilomonas paramaecium* u. a.) an der Oberfläche eine weißliche Kahmhaut. Unter dem Mikroskop bieten die Bakterien durch ihre große Zahl und Beweglichkeit oft ein recht ergötzliches Gewimmel, in welchem sich *Bacillus megatherium* durch träge, wackelnde Bewegungen kenntlich macht. Die Geißeln sind nur bei besonderer Behandlung sichtbar.

Bacillus subtilis Cohn, Heubazillus, im Sumpfwasser nicht so häufig wie in Heuaufgüssen, traf ich im Sommer 1902 in Fadenform, im Verein mit *Spirillum undula* einen halb zersetzten *Euastrum ansatum* umschwirrend. Nach einiger Zeit kamen die Fäden zur Ruhe, gliederten sich in Zellen und erzeugten Sporen.

III. Familie. Spirillaceae, Schraubenbakterien.

1. Von diesen auffallendsten und schönsten Sumpfbakterien fand ich *Spirillum undula* Ehrbg., *Sp. tenue* Ehrb., *Sp. rugula* Winter und *Sp. volutans* Ehrb. vom Frühling bis Herbst massenhaft in seichten Wässern der Baarmoore; alle genannten Arten, besonders aber die letzte, lieben die Gesellschaft von *Beggiatoa* und anderen Schwefelbakterien, zu welchen auch *Sp. volutans* wegen seiner stark lichtbrechenden Schwefelkörnchen in den 45 μ langen, 2 μ dicken Zellen zu rechnen ist.

2. *Spirochaete plicatilis* Ehrbg., vom Frühling bis Herbst nicht selten in den Baarmooren. Die 150—200 μ langen, gewundenen Fäden bieten durch ihr blitzschnelles Dahinschießen, ihre verschlingenden und wieder ausstreckenden Bewegungen ein sehr anziehendes mikroskopisches Schauspiel.

IV. Familie. Chlamydobacteriaceae, Scheidenbakterien.

1. *Cladothrix dichotoma* Cohn fand ich von April bis September häufig an Fadenalgen, *Utricularia*, an Corethra- und Ephemeridenlarven.

2. Von *Thiothrix* Winogradsky, einem der *Beggiatoa* ähnlichen, aber bescheideten und unbeweglichen fadenförmigen Schwefelbakterium, traf ich die drei Arten *Th. nivea*, *tenuis* und *tenuissima* nicht selten in seichten Gewässern der Baarmoore, auffallend häufig jedoch und, unter dem Mikroskop betrachtet, von Schwefelkörnchen oft geschwärzt im Grenzgraben gegen die Dürrheimer Markung, an Wassermoosen mit *Beggiatoa*, *Ulothrix subtilis* und *Microspora stagnorum* einen weißlichen Überzug bildend.

3. *Leptothrix* Kützg. *L. ochracea* Kützg. Eisenbakterium. Die leicht zerbrechlichen, schwach 2 μ dicken Fäden sind anfangs farblos; später lagert sich in ihren Scheiden Eisenhydroxyd ab, so daß sie oft ockergelbe Schleimmassen bilden, welche den Boden und die Pflanzen seichter Gewässer mit mineralischem Untergrund überziehen; so an Fadenalgen (*Ulothrix subtilis*, *Conferva bombycina*, *Stigeoclonium tenue*, *Tolypothrix lanata* u. a.) im Abflußgraben des Erlensumpfes und an *Utricularia minor* am Westrande des Moosweihers. Am Nordwestrande desselben, sowie namentlich auf dem Dürrheimer Moor, findet sich dieses Eisenbakterium in den braungelben, oft auch *Thiothrix nivea* enthaltenden Flöckchen der irisierenden Haut, welche als „rostbraune Wasserblüte", ähnlich ausgegossenem Erdöl, seichte Stellen überzieht. — Die leeren, entfärbten Scheiden von *Leptothrix ochracea* fand ich, wie

oben berichtet, 11. April 1902 am Rande des westlichen Weiherwiesenteichs als weißliche, dicke, gallertige Massen.

Leptothrix parasitica Kützg. Die 1 μ dicken, oft zu lockeren Räschen vereinigten Fäden begegneten mir häufig in den Baarmooren an Fadenalgen, *Utricularia*, *Cyclops*. April bis September.

V. Familie. Beggiatoaceae, Schwefelbakterien.

Beggiatoa Treviranus, Schwefelbakterium. Bildet weiße Fäden ohne Scheiden, die mit Hilfe einer undulierenden Membran wie Oscillatorien umherkriechen.

B. alba Trev. Fäden bis gegen 4 μ dick, Querwände undeutlich. In den Baarmooren oft in großer Menge, verursacht mit der folgenden Art in den Torflachen weiße, spinnewebige Überzüge auf dem Grunde; in den Schonacher Hochmooren selten! März bis September.

B. leptomitiformis Trev. Fäden nur 1,5 μ und darunter dick, Querwände ebenfalls undeutlich. In den Baarmooren nicht ganz so häufig wie vorige Art, in den Schonacher Hochmooren selten! März bis September.

B. arachnoidea Rabenh. In den Baarmooren, besonders an den seichten Ufern des Moosweihers, aber nicht häufig. Die Zellen der im September 1908 in letzterem gefundenen Exemplare waren 5 μ dick. $^3/_4$—1mal so lang, Querwände und Schwefelkörnchen meist sehr deutlich; Fäden einzeln, gerade oder schwach gekrümmt, ein Ende meist zugespitzt und leicht gebogen.

In länger stehendem Wasser nahmen die Schwefelbakterien eine ziemlich schwarze Färbung an.

II. Klasse. Schizophyceae oder Cyanophyceae, Spalt- oder Blaualgen.

I. Familie. Chroococcaceae.

Freilebend oder durch Gallerte zu Familien verbunden.

1. *Chroococcus turgidus* Näg. Zellen 12—25 μ dick, einzeln oder zu 2—4 verbunden; Familien über 30 μ dick. Die Membran ist entweder dünn, gelblich (var. *tenax* Kirchner) oder dick, farblos (var. *chalybeus* Kirchner). Beide Formen häufig unter anderen Algen, auch auf den Schonacher und ostfriesischen Mooren. April bis September.

2. *Synechococcus* Näg. *S. aeruginosus* Näg. Blaugrün, Zellen etwa 15 μ dick. Im August 1902 fand ich ihn massenhaft in einer Schwenninger Moorlache in Gemeinschaft von *Bacillus*, *Micrococcus crepusculum*, *Chroococcus turgidus*, Oscillatorien, Euglenen, *Phacus*-Arten u. a. Saprophyten; auch sonst nicht selten im Moor, besonders auf feuchtem Boden.

Eine andere größere Art von mehr violettbrauner, nur in der Jugend schwach blaugrüner Farbe fand ich ungemein häufig in den Baarmooren, fast in jedem Tropfen Sumpfwasser, nicht so häufig in den Schonacher Hochmooren. Die Zellen sind vor der Teilung elliptisch, oft fast zylindrisch, 32—56 μ lang, 18—26 μ dick, bei der Teilung, die ich in Kulturgefäßen sehr oft beobachten konnte, meist mehr eiförmig bis kugelig, in der Jugend mit feineren, im Alter mit gröberen, stark lichtbrechenden Körnern (wohl Stärke) erfüllt. Membran dünn.

Ist wahrscheinlich *Synechococcus major* Schröter var. *crassior* Lagerh. (Siehe Fig. 1, a. Zelle in gewöhnlichem Zustand, b. in Teilung.) Aber der Inhalt ist nicht lebhaft blaugrün, wie Hansgirg von den auf der Mädelwiese im Riesengebirge durch Schröter entdeckten Exemplaren schreibt, sondern wie oben angegeben. Mehrmals sah ich die Zellen mit Gallerthülle, gewöhnlich jedoch ohne solche, oder war dieselbe, wenn vorhanden, ohne Färbung nicht sichtbar. Ob hier eine in bezug auf Farbe abweichende Moorform vorliegt?

Oder sollte diese Alge etwas ganz anderes sein? Etwa *Mesotaenium Endlicherianum* Näg. var. *grande* Nordst. oder *M. violascens* de Bary? Nie jedoch konnte ich die für *Mesotaenium* charakteristische axile Chlorophyllplatte mit Pyrenoid entdecken, auch nicht an jungen, aus Teilung hervorgegangenen, mehr durchsichtigen Exemplaren. Zudem spricht die oben gekennzeichnete Form bei der Teilung nicht für eine *Desmidiacee*.

In Wasser aus einem Stichgraben neben dem Flachsmoor (Veenhuser Moor in Ostfriesland) fand ich je und je eine sehr ähnliche Alge, ebenfalls violettbraun und mit lichtbrechenden Körnern erfüllt. Die Form derselben war jedoch zylindrisch mit abgerundeten Enden, die Länge bei einem Exemplar 64 μ, die Breite 20 μ, bei einem andern ergaben die Maßverhältnisse 40 : 16 μ. Zweiteilung senkrecht zur Längsachse beobachtete ich hier ebenfalls. Diese Form würde mehr für ein *Mesotaenium* sprechen als die vorige; aber auch hier sah ich nie ein axiles Chromatophor.

3. *Aphanocapsa* Näg. Zellteilung nach allen drei Richtungen des Raumes.

A. pulchra Rabenh. Zellen 3,5—4,5 μ dick.

A. Castagnei Rabenh. Zellen 2—3,5 μ dick.

Beide Arten schön blaugrün; vom Frühling bis Herbst in den Baarmooren oft gefunden.

4. *Aphanothece* Näg. Teilung senkrecht zur Längsachse.

A. stagnina A. Br. Nicht selten in den Baarmooren.

A. microscopica Näg. Ebenso. Bestimmung 14. Juli 1905: Lager bis 1 mm groß, Zellen 5 μ dick, 9—10 μ lang.

A. Castagnei Rabenh. Länge der Zellen 3,2 μ. Häufig in genannten Mooren. Alle 3 Arten vom Frühling bis zum Herbst gefunden.

5. *Mycrocystis flos aquae* Kirchn. Im August 1902 in einem Moorgraben gefunden; dort bildete die Alge eine spangrüne Wasserblüte.

6. *Coelosphaerium Kützingianum* Näg. Familien bis 60 μ im Durchmesser, Zellen 2—5 μ dick. Im Schwenninger Moosweiher und andern Gewässern der Baarmoore sehr häufig. April bis September. Zweiteilung der Familie durch Einschnürung öfter beobachtet; bildet im Sommer zuweilen eine blaugrüne Wasserblüte.

7. *Gomosphaeria aponina* Kützg. Blaugrün bis orangefarben. Kolonien 36—50 μ im Durchmesser. Zellen an der Peripherie ziemlich weit voneinander entfernt, 3—5 μ dick, 7—8 μ lang. Ziemlich häufig an denselben Orten wie vorige; April 1905 im Moosweiher gefunden, sonst besonders August und September.

8. *Merismopedia* Lagerh. *M. elegans* A. Br. Zellen schön blaugrün, 6,5 μ dick.

M. glauca Näg. Zellen blaßblaugrün, 3,5—4 μ dick.

Beide Arten häufig auf den Baar- und Schonacher Mooren. April bis September, doch am zahlreichsten August und September.

9. *Tetrapedia gothica* Reinsch. August 1901 fand ich im Schwenninger Moosweiher eine Familie mit 16 Zellen; diese waren 7 μ breit. Seltenheit!

II. Familie. Chamaesiphonaceae.

Chamaesiphon incrustans Grunow. Zellen bis 17 μ lang. Häufig an Fadenalgen, *Chara* und *Utricularia* in den Baarmooren. April bis September.

Ch. confervicola A. Br. Zellen bis 38 μ lang. An denselben Pflanzen häufig. April bis September.

III. Familie. Oscillatoriaceae.

1. *Oscillatoria* Vaucher. *O. princeps* Vauch. Zellen sonst 16—60 μ dick (im Moor meist nur 20—30 μ), 3—6 μ lang. In den Baarmooren häufig, besonders im Flachmoor.

O. sancta Kützg. Zellen 30—32 μ dick (Migula gibt nur 10—20 μ an), die Endzelle ist kopfig und mit einer verdickten Membran behaubt. Im Schlamm des Tannenwedelsumpfes gefunden 25. Juli 1905.

O. limosa Ag. Fäden 12—15 μ dick mit gerader Spitze. Nicht häufig in unsern Mooren. 13. Juli 1905 im Moosweiher.

O. Fröhlichi Kützg. Häufig im Flachmoor. April bis September.

O. subtilissima Kützg. Fäden 1—1,5 μ dick. Je und je zwischen andern Oscillarien. April bis September. Nicht selten traf ich diese und die drei folgenden Arten in leeren Arcellaschalen, Panzern von Daphniden und Ostracoden, in welche die Fäden hineingekrochen waren.

O. tenerrima Kützg. Zellen 1—2 μ dick, meist $1^1/_2$mal so lang. Häufig in den Baar- sowie in den Schonacher Mooren. April bis September.

O. tenuis Ag. Zellen 4—6 μ breit, $^1/_2$—2mal so lang. Bewegt sich in geraden und geschlängelten Linien. Häufig in den Baar- und Schonacher Mooren. April bis September. Am merkwürdigsten war mir ihr Vorkommen im Gehäuse eines Rädertiers, der *Floscularia cornuta*, hier natürlich ohne Bewegung.

Hieher sind wohl auch folgende, auf den ersten Anblick etwas rätselhafte Funde zu rechnen. Im August 1902 fand ich in den Schonacher Hochmooren, im August 1903 im Schwenninger Moor, 29. April 1905 im Blindensee, im August 1905 im Veenhuser Moor tote, dunkel gefärbte, zierlich uhrfederartig eingerollte Zellfäden von 4—6 μ Breite mit starken Querwänden. Die Spirale zeigte fünf und mehr Umläufe. Der Zellfaden war am äußeren Ende deutlich abgebrochen; die Zellen hatten hier eine Länge bis zu 8 μ. — Wahrscheinlich stammen diese alten Zellfäden aus *Arcella*-Gehäusen, die irgendwie in Trümmer gingen und die gefangene Alge als Leiche freigaben (allerdings habe ich sie in den Schalen selbst nie gefunden). Dazu würden auch die Maße stimmen. Eine Spirale

zeigte gegen 60 μ Durchmesser; die von mir gemessenen *Arcella*-Gehäuse waren 56—90 μ breit. *Oscillatoria tenuis* var. *viridis*, zu der diese Funde wohl gehören, hat sehr deutliche Scheidewände.

O. gracillima Kützg. Fäden 2,5—3,2 μ dick. Je und je in allen drei Mooren, besonders an Pflanzenresten. April bis September.

O. leptotricha Kützg. Zellen 2—3 μ dick, $1^1/_2$—$2^1/_2$mal so lang, an den deutlichen Scheidewänden oft gekörnt, meist mit jederseits 2—4 Körnchen. Häufig in allen drei Mooren. April bis September.

O. formosa Bory. Zellwände nicht deutlich sichtbar, aber oft mit 2—4 Körnchen jederseits. Ziemlich häufig in allen drei Mooren. April bis Sept.

O. chalybea Mertens. Fäden 8 μ dick, hellblaugrün. 13. Juli 1905 im Moosweiher.

Eine genauere Untersuchung auf Oscillarien hätte in den drei Mooren eine größere Zahl ergeben.

2. *Arthrospira Jenneri* Stitzenberger. Fäden 5 μ dick. Je und je im Torfwasser. August 1901 und 1905.

3. *Spirulina major* Kützg. Fäden 1,5 μ dick mit lockeren Spiralwindungen. Je und je. August 1901.

IV. Familie. Nostocaceae.

1. *Isocystis infusionem* Borzì. Fäden 1,5 μ dick. Je und je auf allen drei Mooren. August 1902.

2. *Nostoc* Vaucher. *N. punctiforme* Hariot. Fäden 3—4 μ dick. Häufig auf allen drei Mooren, im Schwenninger auch an Wurzeln von *Lemna minor*. März bis September.

N. paludosum Kützg. Dauerzellen 4 μ dick. Häufig im Torfwasser. März bis September.

N. Linckia Bornet. Dauerzellen 3,5 μ dick. Je und je im Torfwasser. März bis September.

N. piscinale Kützg. Vegetative Zellen 4 μ, Grenzzellen 6 μ dick. Ziemlich häufig in allen drei Mooren.

N. commune Vaucher. Auf kahlen Stellen der Ränder aller drei Moore.

3. *Anabaena* Bory. *A. variabilis* Kützg. Fäden meist 6 μ dick. Häufig in den Baarmooren. April bis September.

A. flos aquae Bréb. Fäden in eine leicht zerfließende Gallerthülle eingebettet. Vegetative Zellen 6—8 μ, Grenzzellen 8—10 μ dick. Bildet schön dunkelblaugrüne, freischwimmende Lager. Sehr häufig im Schwenninger und Dürrheimer Moor; in einer größeren Schlenke des ersteren sah ich im August 1902 eine „blaue Wasserblüte“ von dieser Alge. Auf den Schonacher Hochmooren fand ich sie gleichfalls sehr oft; Ende August mit vielen gekrümmten Dauerzellen, 26 μ lang, 8 μ dick, ein andermal mit weniger gebogenen Dauerzellen, 28 μ lang, 12 μ dick, die vegetativen Zellen 8 μ lang und 8 μ dick.

A. flos aquae var. *spirillum* Hansg. je und je in den Baarmooren. April bis September.

A. circinalis Rabenh. An denselben Orten wie vorige Art häufig. — Die beiden letzten Arten enthalten im Innern Gasvakuolen, welche die Pflanze in der Schwebe erhalten, sind also Planktonalgen. April bis September.

A. catenula Born. et Flah. Vegetative Zellen 5—6 μ dick, ebenso lang, bräunlich. Nicht selten in allen drei Mooren. Am 29. April 1905 traf ich im Plankton des Blindsees sehr viele auskeimende Dauersporen dieser Alge. April bis September.

A. oscillarioides Bory. Bildet blaugrüne Flocken. Häufig in den Baarmooren. Ende August fand ich oft erwachsene Dauerzellen von genau zylindrischer Form, meist 20—24, aber auch 32—40 μ lang, 8—10, auch nur 5 μ dick, meist je eine auf beiden Seiten einer fast kugelrunden, 6—8 μ dicken Grenzzelle; nicht selten aber auch einerseits der Grenzzelle eine, anderseits zwei Sporen oder jederseits der Grenzzelle zwei. Die vegetativen Zellen hatten 5—6 μ Dicke.

A. moniliformis (A. Braun). Blaß blaugrün. Vegetative Zellen fast kugelig, 8 μ breit, Grenzzellen ebenso, Dauerzellen 12 μ dick, 30 μ lang. 25. Juli 1905 im Erlensumpf beim Zollhaus.

4. *Cylindrospermum stagnale* Born. et Flah. Häufig in den Baarmooren. April bis September.

V. Familie. Scytonemaceae.

Tolypothrix lanata Wartmann. Filamente 9—12,5 μ, Zellen etwa 10 μ dick. Gehört nach Früh-Schröter zum Inkrustatentypus der Nereïdenformation, da sie oft sehr stark mit kohlensaurem Kalk überzogen ist. Ich traf sie häufig in den Baarmooren, besonders an *Hypnum fluitans* und andern Wassermoosen des Flachmoors, jedoch nie mit auffallender Kalkinkrustation. August 1903.

T. tenuis Kütz. Filamente 8—10 μ, Zellen 7—8 μ. Nach den Angaben der Algenwerke 1—5 Grenzzellen am Grunde der Fäden; ich fand stets nur eine solche. An Wassermoosen, im Flach- und Hochmoor Dürrheim und Schwenningen, je und je auch in den Schonacher Hochmooren. Sept. 1903.

VI. Familie. Rivulariaceae.

1. *Calothrix* Ag. *C. fusca* Born. et Flah. Filamente 10—12 μ, unten bis 15 μ dick, Fäden 7—8 μ, in ein dünnes Haar auslaufend. Häufig gefunden in den Lagern von *Nostoc, Chaetophora, Schizochlamis, Batrachospermum vagum* und in den Kolonien des Infusors *Ophrydium versatile;* Schwenningen und Schonach. April bis September.

C. adscendens Born. et Flah. Filamente 18—24 μ dick, nach und nach verdünnt; Scheiden geschichtet; Fäden in der Mitte 12 μ dick. An Wassermoosen und andern Wasserpflanzen der Baarmoore je und je. April bis September.

C. parietina Thur. Filamente 10—12 μ dick, gelbbraun; Fäden 5—10 μ dick, bis zu 1 μ zugespitzt. An Holz, abgestorbenen Pflanzenteilen der Baarmoore. August 1903.

2. *Rivularia* Ag. *R. pisum* Ag. Oft gefunden in den Baarmooren. April bis September.

R. natans Rabenh. Bildet linsengroße, kugelförmige Gallertmassen an *Chara fragilis*, besonders in den Weiherwiesensümpfen, weniger im Moosweiher. 25. Juli 1905.

II. Reihe. Euphyceae, echte Algen.

I. Klasse. Chlorophyceae, Grünalgen.

I. Familie. Pleurococcaceae.

1. *Schizochlamis gelatinosa* A. Braun. Zellen 11—14 μ im Durchmesser, zu 2 oder 4 einander genähert, von den Stücken der schalenartig abspringenden Mutterzellhaut umgeben. Die farblosen Gallertmassen, in welche die grünen Zellen eingebettet sind, haben Ähnlichkeit mit den Kolonien des zu den Vorticellidinen gehörigen Infusors *Ophrydium versatile*, die im Schwenninger Moor meist an denselben Orten wie genannte Alge vorkommen; nur sind die Schleimklumpen der letzteren gewöhnlich größer, unregelmäßiger geformt und heller grün als die Hohlkugeln der ersteren. Seltenheit! Nur im kleinen Moosweiher gefunden, hier aber sehr häufig, besonders vom Juli bis September.

Im gallertigen Lager der Alge fand ich stets Arten von *Beggiatoa*, besonders *leptomitiformis*, *Oscillatoria*, *Rivularia*, ferner *Closterium parvulum*, *Cosmarium botrytis*, viele Arten von *Navicula*, Euglenen, besonders *E. deses*.

2. *Dimorphococcus lunatus* A. Braun. Zellen 10—20 μ lang. Ich sah eine Kolonie mit 8 Zellen am 30. April 1902 im Schwenninger Moosweiher.

3. *Eremosphaera viridis* de Bary. Im Moorwasser eine sehr häufige und prächtige Erscheinung! Durchmesser 120—160 μ (Hansgirg gibt nur 100—145 μ an). In desorganisiertem Zustand erscheint die Kugel braun. Am 1. September 1903 beobachtete ich eine Teilung in 4 Tochterzellen. Oft mit Desmidiaceen vorkommend. Baar- und Schonacher Moore. Ob teilweise Moorform? April bis September.

4. *Pleurococcus vulgaris* Menegh. Gefunden als grüner Überzug auf feuchtem Torfboden. August 1902.

5. *Nephrocytium* Nägeli. *N. Agardhianum* Näg. Je und je im Schwenninger Moor. August 1902: Familie 50 μ lang, 30 μ dick, Zellen 5—6 μ breit, gegen 20 μ lang, zu 8 spiralig angeordnet.

N. Nägeli Grun. Familien größer, 84 μ lang, 76 μ breit; Zellen unregelmäßig angeordnet, 32 μ lang, 18 μ breit. Nicht häufig im Schwenninger Moor. März 1902. Mehr oder weniger Moorform.

6. *Oocystis solitaria* Wittr. Familie 2—4zellig, Zellen 20—25 μ lang. Je und je im Schwenninger Moor. August 1902.

7. *Raphidium* Kützg. *R. polymorphum* Fresen. Häufig in allen drei Mooren. Teilung oft beobachtet. 1,5—3,5 μ dick, bis 112 μ lang. April bis September.

Var. *aciculare* Rabenh. 1,6 μ dick, 170 μ lang. Blindenseemoor. 8. September 1903.

Var. *fusiforme* Rabenh. September 1903 im Schwenninger Moor: Länge 48 μ, Breite 3,6 μ.

R. longissimum B. SCHRÖDER. Länge bis 300 μ. Im Schwenninger und Dürrheimer Moor nicht häufig; hier nur gerade, nicht gekrümmt gesehen. September 1903: Länge 220 μ, Dicke in der Mitte 8 μ. In den ostfriesischen Mooren August 1905 oft gefunden, 280—290 μ lang. Planktonalge. April bis September.

8. *Selenastrum Bibraianum* REINSCH. Häufig in den Baarmooren. Vor der Querteilung wie eine Gliederhülse anzusehen. April bis September.

9. *Scenedesmus* MEYEN. *S. bijugatus* KÜTZG. Zellen 4—8 μ dick, 7—18 μ lang. In den Baarmooren häufig, besonders häufig in den Weiherwiesensümpfen; 27. April 1905 gefunden. Auf den Schonacher Hochmooren je und je; hier Breite 6 μ. Länge 11—14 μ. April bis September.

S. quadricauda BRÉB. Sehr häufig in allen drei Mooren. April bis Sept. Ändert stark ab. Bei var. *genuinus* KIRCH. Zellen 3—12 μ dick, die Randzellen je mit einem Stachel; sehr oft sah ich 2zellige Kolonien. Von var. *setosus* KIRCH. traf ich eine 4zellige Kolonie, deren Endzellen je 4, deren mittlere je zwei Hörner trugen. Von var. *abundans* KIRCH. fand ich September 1903 eine 4zellige Familie; die Zellen waren 10 μ lang, 4 μ dick. Die Randzellen trugen je einen Endstachel und einen Stachel in der Mitte der Außenseite; die Mittelzellen sind stets stachellos.

S. obliquus KÜTZG. Nicht so häufig wie die vorigen, doch 27. April 1905 sehr häufig in den Weiherwiesensümpfen. April bis September. — STRASBURGER beschreibt in seinem Lehrbuch den Polymorphismus dieser Art. Einmal kam mir das Palmellastadium zu Gesicht.

10. *Crucigenia* MORREN = *Staurogenia* KÜTZG. *C. quadrata* MORREN. Zellen kugelig, 6,5 μ dick. Je und je im Schwenninger Moor. August 1901.

C. rectangularis NÄG. Zellen länglich-elliptisch, etwa 5 μ dick, 6 μ lang. Die untersuchte Kolonie war 16zellig. Nicht häufig, ebendort. August 1901.

11. *Coelastrum* NÄG. *C. sphaericum* NÄG. Nicht selten in den Baarmooren, besonders im Schwenninger. 8zellige Kolonien hatten 30—45 μ im Durchmesser, die Zellen etwa 10 μ. — Eine Kolonie von 52 μ Durchmesser zeigte mehrere leere Zellen (die Tochterkolonien waren also schon ausgeschwärmt), 3 hatten sich in junge Kolonien geteilt, die andern waren noch in der Entwicklung zu solchen begriffen. September 1903. Je und je sah ich auch nur 4zellige Cönobien. April bis September. Teilweise Moorform.

Var. *cubicum* RABENH. Durchmesser einer Kolonie 35 μ, der Zellen 12 μ; ein 8zelliges Cönobium maß im Durchmesser 24 u. 32 μ. Je und je im Schwenninger Moor. August und September 1903.

C. microporum NÄG. Selten im Schwenninger Moor. August 1902. Ein 16zelliges Cönobium hatte 50 μ Durchmesser, die Zellen maßen 12—15 μ.

12. *Sorastrum spinulosum* NÄG. Im Moosweiher gefunden 25. Juli 1905. Cönobium 28 μ im Durchmesser, Zellen 14 μ.

13. *Actinastrum Hantzschi* LAGERH. Nur einmal (August 1901) im großen Moosweiher gefunden. Planktonalge.

II. Familie. Tetrasporaceae.

1. *Dactylococcus infusionem* NÄG. Zellen 9—10 μ lang, 3—4 μ breit. Die Kolonien sehen zuweilen einem gefiederten Blatt mit sitzenden Blätt-

chen ähnlich, indem die Zellen an ihren Enden zweireihig verbunden sind. Sehr häufig in den Baar- und Schonacher Mooren. April bis September.

2. *Kentrosphaera facciolae* Borzì. Nur einmal im Schwenninger Moor gefunden August 1902.

2. *Gloeocystis gigas* Lagerh. Häufig in allen drei Mooren. April bis September. — Oft fand ich die Zellen viel größer als Hansgirg angibt (9—12 μ dick), 16—18 μ, sogar 25 μ ohne Hüllmembran, mit solcher 28—48 μ im Durchmesser. Meist schön grün, nicht selten auch braunrot (var. *rufescens* A. Br.) mit Öltropfen, diese Form besonders auf den Schonacher Hochmooren. Aber auch hier waren die Zellen viel größer, bis 40 μ ohne, bis 56 μ mit Hüllmembran. Eine von zweischichtiger Hülle umgebene Zelle maß mit derselben 80 μ und zeigte eben Anfänge zur Zweiteilung. Einst sah ich 4 Kolonien in einer Tetrade beisammen; eine derselben war 40 μ dick und enthielt wieder 4 Zellen, ebenfalls in Tetraden angeordnet und je 14—16 μ dick.

4. *Tetraspora* Link. *T. gelatinosa* Desv. Zellen zu 2—4 genähert, 4—10 μ dick; Dauersporen 11 μ, mit der verdickten braungelben Membran 18—20 μ dick. Nicht selten in allen drei Mooren. April bis September.

T. explanata Ag. Zellen fast stets zu 2 genähert, etwa 8 μ dick. Ebenso.

5. *Palmella* Lyngb. Der Einfachheit wegen soll diese aufgegebene Gattung hier beibehalten werden. *P. stigeocloni* Cienk. Häufig in Gräben des Schwenninger Moors, ebenso im Abflußgraben des Wolfbauernmoors als gelbliche gallertige Lager an verschiedenen Pflanzen, besonders an *Glyceria fluitans*. August 1902; 20. Juli 1905.

P. muscosa Kützg. Als olivengrüne schlüpferige Lager September 1902 gefunden an *Stellaria uliginosa*, *Sphagnum* und anderen Pflanzen in schnellfließendem Wasser eines seitlichen Abflußgrabens des Wolfbauernmoors. Im Glase aufbewahrt, zeigten sich in den folgenden Tagen massenhaft Schwärmsporen.

6. *Botryococcus Brauni* Kützg. In allen drei Mooren, besonders aber im Schwenninger und Dürrheimer häufig. Bildet zuweilen eine bräunliche Wasserblüte. April bis September.

7. *Palmodactylon varium* var. *simplex* Näg. Familie nur aus einem Schlauch bestehend, 66—84 μ lang, 27—32 μ dick. Die Zellen haben sehr dicke Hüllmembranen, liegen also scheinbar weit auseinander und sind ohne dieselben 5—6 μ lang, 4—6 μ dick. Ein 26. April 1905 im periodischen Tümpel gefundener junger Schlauch zeigte am Ende eine abgeschnürte Zelle, die Zellen im Schlauch waren noch einreihig. Nicht selten im Schwenninger Moor. April bis September.

Einmal traf ich 4 Schläuche beisammen (also die Stammform *P. varium*) mit sehr dicken Gallerthüllen, von außen gemessen 72—108 μ, von innen 56—80 μ lang. Die Zellen hatten 4—5 μ Dicke.

8. *Apiocystis Brauniana* Näg. Mai 1902 oft an Fadenalgen und *Utricularia* im Schwenninger Moor gefunden; ich sah die Zellen oft in Teilung begriffen. Blase 50—180 μ dick. — Die Blase eines im September 1903 gesammelten

Exemplars war ohne Stiel 184 μ lang (dieser selbst 24 μ) und 128 μ dick, Zellen desorganisiert mit Öltropfen. Im Juli 1905 dem Moosweiher entnommene, an *Lemna minor* und *Navicula* befestigte Blasen zeigten 170—185 μ Länge bei 155—160 μ Dicke (auch nur 56 μ Länge); die Zellen waren in einer Blase 4, in einer andern 12 μ dick und zeigten deutlich 2 Cilien.

9. *Mischococcus confervicola* Näg. Zellen 5,5 μ im Durchmesser. An *Utricularia minor* im Schwenninger Moor öfter gefunden. Einmal sah ich einen Schwärmer an den Gallertstielen herumtanzen. August 1902.

10. *Chlorangium* Stein. Ei- bis spindelförmige Zellen bilden große, buschige Kolonien mit verzweigten Gallertstielen. Eine breite, längs verlaufende Chlorophyllplatte färbt die Zelle lebhaft grün; in der Mitte der Zellkern, vorn an der ungefärbten, dem Stiel anliegenden Spitze zwei kontraktile Vakuolen. Die vegetativen Zellen können sich von den Stielen ablösen und zu Schwärmsporen werden, welche sich mehr zuspitzen, am Vakuolenende zwei kurze Cilien und einen roten Augenfleck tragen. Sie befestigen sich unter Abwerfen der Cilien mit dem Vorderende und scheiden einen kürzeren oder längeren, ziemlich breiten Gallertstiel ab. Die Mutterzelle teilt sich quer in zwei Tochterzellen, von denen die untere an der oberen vorbeiwächst; der Vorgang wiederholt sich, und so entstehen vier in der sich auflösenden Mutterzelle nebeneinander stehende Tochterzellen, welche ebenfalls am hyalinen Vakuolenende Gallertstiele absondern. Durch Wiederholung dieses Teilungsvorgangs entstehen buschige Kolonien. Einzelne sich ablösende Zellen nehmen Kugelform an, umgeben sich mit einer dicken Hülle und werden so zu Akineten.

Ch. stentorinum Stein. Sehr interessante Alge, oft massenhaft die ganze Oberfläche des besonders im Frühling häufigen *Cyclops viridis* Jurine, sogar die Antennen und Eiersäckchen überziehend; im Juni 1903 traf ich auch einen *Nauplius* ganz überzogen von der Alge. Ebenso, aber nicht so massenhaft, sah ich sie auf Culiciden- und Ephemeridenlarven, seltener auf *Arrenurus*. Die Alge erregte mein besonderes Interesse, einmal durch ihre Schönheit (das prächtige Chlorophyll der Zellen hebt sich reizend von den durchsichtigen Gallertstielen wie meist auch von den Wohnungstieren ab) und die Art ihres Vorkommens, sodann wegen der verschiedenartigen Stellung, die ihr im System angewiesen worden ist, und der Unsicherheit in ihrer Beschreibung: Bütschli und Blochmann behandeln sie als *Mastigophore* in der Familie der Chlamydomonadina; im neuen „Eyferth“ und in Engler's Pflanzenfamilien nimmt sie ihre Stellung unter den Chlorophyceen, und zwar dort in der Familie Volvocaceae,

hier in derjenigen der Tetrasporaceae ein. Ihre Beschreibung ist bei den verschiedenen Autoren ziemlich schwankend.

Ich hatte Gelegenheit, die Alge in ihren verschiedenen Lebensphasen genau zu beobachten. Feststellen konnte ich, daß, wie auch die neueren Werke übereinstimmend angeben, die Schwärmer zwei kontraktile Vakuolen und ein rotes Stigma haben. Was aber das Chromatophor betrifft, so stimmen meine Beobachtungen nicht ganz mit den Angaben einiger Schriftsteller überein. Bütschli gibt in der Gattungsdiagnose an: „längs der Körperseiten zwei chlorophyllgrüne Chromatophorenbänder (vielleicht auch nur eins)", während er bei der Familiencharakteristik der Chlamydomonadina sagt: „fast stets grün durch ansehnliches und, wie es scheint, gewöhnlich einheitliches Chromatophor". Blochmann schreibt in seiner Bestimmungstabelle über die Ordnung der *Phytomonadina* bei Chlorangium: „wahrscheinlich zwei bandförmige Chromatophoren". Wille gibt in Engler's Pflanzenfamilien in der Gattungsdiagnose an: „1—2 längsgehende Chlorophyllbänder", ebenso Dr. Kalberlah im neuen „Eyferth": „Die Zellen mit 1—2 langen Chlorophyllbändern". Auf mich machte das Chromatophor älterer Zellen im Ruhezustand stets den Eindruck eines einheitlichen Bandes oder eigentlich einer zylindrisch gerollten Platte. Nicht nur die Seiten, sondern auch die Mitte der Zelle fand ich in der Regel schön grün gefärbt, erstere wegen der doppelten Wand am Rande des mikroskopischen Bildes natürlich stärker als letztere. Diese Beschaffenheit des Chromatophors würde eher mit der von *Chlorogonium*, die ich jedoch nie auf unserem Torfmoor gefunden habe, stimmen (nach Eyferth: „Zellen gleichmäßig grün"); allein die Form der vegetativen Zellen, Zahl und Verteilung der Vakuolen, sowie Entwicklung und Vorkommen sprechen nicht für diese Gattung, sondern ganz entschieden für *Chlorangium*.

Nach langem Suchen fand ich übrigens an einigen, eben durch Teilung entstandenen Tochterzellen, sowie an mehreren Schwärmern scheinbar ziemlich deutlich zwei seitliche Chlorophyllbänder und zwischen denselben einen helleren (meist aber doch noch schwach grünen), mit dunklen Kügelchen (ob Gameten?) erfüllten Raum, nur einmal aber (Juni 1903) die Chromatophoren mit so scharfer Abgrenzung und gekerbten Rändern, wie die nach Stein gefertigten Zeichnungen in den genannten Werken, besonders in Engler's Pflanzenfamilien, es darstellen. Ich halte jedoch den helleren Raum nur für die noch übrig gebliebene Spalte zwischen den Rändern der einfachen,

zylindrisch gerollten Chlorophyllplatte. Einen mit *Chlorangium* ganz überwachsenen *Cyclops viridis* ließ ich mehrere Tage unter dem Deckgläschen und erhielt schon nach der ersten Nacht eine große Menge von Schwärmern. Zwischen ihnen wimmelten kleinere Kugeln, wahrscheinlich Gameten (Mikrogonidien nach Bütschli). Da und dort fanden sich auch ruhende Kugelzellen mit dicken, im Umriß breit spindelförmigen Membranen, also Akineten, zwischen den wimmelnden Schwärmern. Die Entstehung derselben, indem sich der Zellinhalt einer vegetativen Zelle innerhalb der sich verdickenden Membran zu einer Kugel zusammenballt, konnte ich deutlich verfolgen. Nicht selten beobachtete ich auch an Akineten schon Anfänge der Teilung. April 1902; April bis Juni 1903.

III. Familie. Protococcaceae.

1. *Protococcus* Agardh. Diese Gattung ist zweifelhaft (fehlt in Engler's Pflanzenfamilien). *P. infusionem* Kirchner. Ältere Zellen oft rot gefärbt, Membran dick, geschichtet. In allen drei Mooren, freischwimmend. April bis September.

2. *Perionella hyalotheceae* Gobi. In der Schleimhülle von *Hyalotheca muscosa*. Die Kugelzellen waren meist verschwunden. Die dünnen Stiele ragten wie feine Stacheln aus der Schleimhülle hervor. August 1902 im Schwenninger Moor.

3. *Characium* A. Br. *Ch. Nägeli* A. Br. Zelle 7—18 μ dick, 14—40 μ lang, Stiel 3—4 μ lang. Je und je im Schwenninger Moor auf *Utricularia* und Fadenalgen. August 1902. — Im Blindenseemoor häufig auf *Ulothrix subtilis*.

Ch. pyriforme A. Br. Zelle 8 μ dick, 20 μ lang, Stiel etwa halb so lang als die Zelle. Im Schwenninger Moor sehr häufig an *Utricularia minor*. August 1903.

4. *Ophiocytium* Näg. *O. majus* Näg. Nicht selten in allen drei Mooren. April bis September.

O. cochleare A. Br. Ebenso.

O. parvulum A. Br. Häufiger als die vorigen in allen drei Mooren.

5. *Pediastrum* Meyen. *P. integrum* Näg. Im Schwenninger Moor je und je. Am 18. September 1903 fand ich ein junges, 32zelliges Cönobium von 84 μ Länge und 60 μ Breite. Die Randzellen, an denen wie an den Mittelzellen die Kerne sehr deutlich waren, ergaben 16 μ Länge (ihre Fortsätze dazu noch 8 μ) und 8 μ Breite.

P. Boryanum Menegh. Häufig in allen drei Mooren. April bis September. — Ich sah Kolonien mit 16, 32, 64 und 128 Zellen in der Größe von 140—180 μ im Durchmesser; dieselben waren meist rundlich, zuweilen aber auch rechteckig.

P. tetras Ralfs fand ich August 1902 im Moosweiher im Vierzellenstadium (Fig. 2b), konnte die Maße jedoch nicht feststellen, da es mir verloren ging. Ein 8zelliges (1 + 7) Exemplar (Fig. 2a) schabte ich Juni 1903 von feuchtem Torfboden ab. Das Cönobium hatte einen Durchmesser von 25 μ, die Randzellen waren 8 μ breit.

P. duplex MEYEN. Cönobien nach HANSGIRG 8—32zellig, nach KIRCHNER 16- oder 32zellig. August 1903 fand ich im Moosweiher ein 200 μ langes, 140 μ breites Cönobium von 64 Zellen. Die Randzellen waren 20 μ breit.

P. biradiatum MEYEN (*P. rotula* EHRBG.) Eine sehr veränderliche Form, die ich im Schwenninger Moor selten traf. Fig. 2c stellt ein jugendliches 16zelliges Cönobium von 30 μ Länge und 24 μ Breite mit U-förmigen Zellen dar. Ein 8zelliges hatte ebenfalls eine längliche Form und war 23 μ lang. 20 μ breit. 27. Juni und 10. September 1903.

Anhang.

Zoochlorella vulgaris BRANDT fand ich in Symbiose mit mehreren Rhizopoden *(Hyalosphenia papilio, Difflugia pyriformis)* und Heliozoen *(Actinosphaerium Eichhorni, Acanthocystis erinaceus* und *turfacea)*, mit zahlreichen Infusorien *(Prorodon ovum, Paramaecium bursaria, Stentor polymorphus* und *igneus, Vorticella nebulifera* und *convallaria, Ophrydium versatile, Cothurnia crystallina)* und mit einigen Turbellarien *(Mesostoma viridata, Vortex viridis* u. a.).

IV. Familie. Volvocaceae.

Diese Familie ist hier in der Umgrenzung von WILLE in ENGLER's Pflanzenfamilien genommen und nach ihm zu den Algen gezogen, weil ihre Angehörigen eine Cellulosemembran besitzen und sich nicht der Länge nach teilen, wie dies bei den Mastigophoren, zu denen sie sonst gerechnet wird, der Fall ist.

1. *Chlamydomonas* EHRBG. *Ch. Ehrenbergi* GOROSCH. Körperlänge etwa 18 μ. Häufig in allen drei Mooren, besonders auf feuchtem Torfboden.

Ch. Brauni GOROSCH. Länge 20—24 μ. Nicht so häufig. August 1902.

Ch. Reinhardi DANG. 14—16 μ im Durchmesser. Auf feuchtem Torfboden häufig.

Ch. Steini GOROSCH. Länge 25—30 μ. Häufig.

2. *Carteria* DIESING. *C. multifidis* DILL. Im Schwenninger Moor je und je, im Blindensee häufig. Länge 8—10 μ.

C. cordiformis Cart. Länge 20 μ. Häufig in allen drei Mooren.

3. *Sphaerella* SOMMERF. Blutalge. *Sph. pluvialis* WITTR. Im August 1903 fand ich eine Menge Makrozoosporen von 16—18 μ Durchmesser in einer Lache des Kugelmooses. Sie waren von einer dicken, etwas gefurchten Membran umgeben, welche an einer Stelle einen ganz kurzen Hals und an der Mündung desselben eine mit Deckel verschlossene Öffnung zum Austritt der Schwärmzellen zeigte. Anfangs sehr beweglich, standen sie später oft längere Zeit still, bewegten sich zwischenhinein wieder, bis sie ganz zur Ruhe kamen. — Merkwürdig war mir, daß die in dieser Schlenke vorkommenden Gehäuse von *Difflugia lobostoma* u. a. als Baumaterial neben Quarzkörnern und Diatomeenschalen auch Makrozoosporen von *Sphaerella pluvialis* aufwiesen.

4. *Gonium* MILL. *G. pectorale* O. F. MÜLLER. Nicht selten in den Gewässern aller drei Moore, im Frühling seltener, im Sommer häufiger; in länger stehendem Moorwasser beobachtete ich es ziemlich häufig. März bis September. — Ist besonders schön in rotierender Bewegung.

Am 25. Juli 1905 fand ich in Wasser aus dem Erlensumpf beim Zollhaus ein *Gonium* mit 8 in ein längliches Rechteck geordneten Zellen, das mir leider zu bald aus den Augen verschwand. Gehört wohl zu *Gonium tetras* A. BR

5. *Pandorina* Bory. *P. morum* Bory. Kolonie 40—180 μ im Durchmesser. Sehr häufig in allen drei Mooren. — Oft sah ich Kolonien mit je 16 (selten 32) durch Teilung der Zellen entstandene Tochterkolonien in gemeinsamer Gallerthülle, im August 1903 eine solche von 180 μ Durchmesser mit 32 Tochterkolonien. März bis September.

6. *Eudorina* Ehrbg. *E. elegans* Ehrbg. Durchmesser der Kolonie 50—170 μ, der Einzelwesen 12—22 μ, diese meist kugelig, zuweilen vorn an der Geißelbasis zugespitzt, mit deutlichem Augenfleck. In allen drei Mooren, aber nicht so häufig wie vorige Art, jedoch örtlich oft sehr zahlreich, in den Schonacher Mooren besonders im Weiher beim Wolfbauernhof. März bis Sept. — Sehr oft sah ich Mutter- mit Tochterkolonien. Bei einer Kolonie von 74 μ Durchmesser waren die 32 Zellen eben in Teilung begriffen und zwar jede Tochterzelle im Vierzellenstadium, in einer andern von 64 μ im Zweizellenstadium. Im Weiher beim Wolfbauernhof fand ich 1. Mai 1905 eine Kolonie mit 16 Tochterkolonien von 160 μ Durchmesser. Eine große Kolonie von 168 μ enthielt ausnahmsweise 24 Tochterkolonien, in denen schon deutlich die Geißeln der Individuen entwickelt waren. — Die Gallerthülle der Kolonien ist oft deutlich geschichtet, die zarte Außenschicht bis 4 μ dick.

7. *Volvox* L. *V. aureus* Ehrbg. Die rundlichen Zellen sind durch feine Plasmafäden verbunden; einzelne derselben gehen, wie ich beobachtete, nicht von einem Individuum zum andern, sondern vereinigen sich wie die Spannungsdrähte der elektrischen Straßenbahn mit benachbarten Fäden zu einem Netzwerk.

Ich fand die schöne Alge nicht selten im Schwenninger Moosweiher, besonders im Frühling, seltener im Sommer und Herbst. Am 24. Mai 1902 trat sie in großer Zahl im kleinen Moosweiher auf. Die untersuchten Kolonien hatten 400—420 μ im Durchmesser (eine junge, durch Zerdrücken der alten frei gewordene 70 μ); in einer sah ich 4, in einer andern 5, in einer dritten 8 Parthenogonidien. Diese zeigten stets einen von Zellen freien Pol. Meist waren sie schon vielzellig; nur wenige sah ich im Zwei- und Vierzellenstadium mit sehr großen Kernen. Die erwachsenen Zellen zeigten einen Durchmesser von 10 μ. Unter vielen Kolonien sah ich keine mit Spermatozoiden, auch keine mit Eiern. — Eine 13. Juli 1905 im großen Moosweiher gefischte Kolonie mit 7 Parthenogonidien hatte 320 μ Durchmesser; eine vom 14. Juli 1905 eben dorther zeigte 5 noch ganz unentwickelte Gonidien. Auch noch im August und September traf ich *Volvox aureus* im Moosweiher.

V. globator Ehrbg. Durchmesser der Kolonien 600—700 μ. Im Juni 1903 fand ich diese Art mehrmals im Moosweiher; jedenfalls ist sie aber im Schwenninger Moor seltener als *V. aureus;* dagegen beobachtete ich sie einst in Schwenningen im Juli in ungeheurer Menge in einer im Freien stehenden Regenwassertonne mit Schnakenlarven, deren Darmkanal ganz mit *Volvox globator* erfüllt war.

Die folgenden in die Reihe der *Confervales* gehörigen Familien V—XI führen wie die Chloromonadinen unter den Flagellaten, mit denen sie auch die Farbe der Chromatophoren, sowie als Schwärmzellen die Geißeln teilen, als Assimilationsprodukt fettes Öl, tragen also zum Fettgehalt des Sapropels bei.

V. Familie. Ulothrichaceae.

1. *Ulothrix* Kützg. Kraushaaralge. *U. zonata* Kützg. In unseren Mooren selten. Gemessene Exemplare 12—15 μ dick. März bis September.

U. aequalis Kützg. Fäden 12 μ dick. In Torfgräben des Schwenninger Moors je und je. März bis September.

U. moniliformis Kützg. Zellen bis 16 μ dick, ebenso lang, an den Scheidewänden leicht eingeschnürt; die dicke, farblose Zellhaut deutlich geschichtet. Im Veenhuser Moor. August 1905.

U. subtilis Kützg. Bildet freischwimmende gelbgrüne, schlüpfrige Flocken. Fäden 4—12 μ dick, Zellhaut dünn, ungeschichtet. Sehr häufig in Gräben und Weihern des Schwenninger Moors; ebenso auf den Schonacher Hochmooren, Fäden hier meist 8, seltener 11 μ dick. Einmal fand ich viele junge Fäden angewachsen an ein Wurzelstückchen. März bis September.

α) *genuina* Kirch. Fäden 5—6 μ dick. Häufig.

β) *subtilissima* Rabenh. Bildet sehr zarte gelbgrüne Fäden von etwa 4,5 μ Dicke. Sehr häufig in allen drei Mooren, auch in den ostfriesischen.

γ) *stagnorum* Kirch. Schmutzig gelblichgrüne, schlüpferige Flocken bildend. Fäden 8—9 μ dick; Zellhaut sehr dünn, besonders an jungen Fäden. Bedeckt die tieferen Moorgräben, besonders den Hauptgraben des Schwenninger Moors auf weite Strecken. 14. Juli 1905.

δ) *compacta* Hansg. Fäden 6 μ dick. 4. Mai 1905 in einer Moorlache an der Dürrheimer Grenze in Gesellschaft von *Spirogyra tenuissima*, *Thiothrix*, *Cylindrocystis Brebissoni* und andern Desmidiaceen.

ε) *albicans* Hansg. Fäden 12 μ dick. 17. Juli 1905 auf feuchtem Moorboden im Schwenninger Hochmoor in Gesellschaft von Flagellaten, vielen kleineren Diatomeen und *Arcella*-Gehäusen, aber ohne andere Grünalgen.

2. *Hormidium* Kützg. *H. flaccidum* Kützg. Die Fäden sind zu einem dünnhäutigen, gelbgrünen Lager verflochten. Zellen 3—10 μ dick, 1—3mal so lang. Sehr häufig fand ich die Stammform, gewöhnlich mit 6—7 μ dicken Zellen. auf feuchtem Torfboden im Stich des Schwenninger Moors, fast noch häufiger jedoch, besonders am Rand der Moorlachen, var. *minor* Hansg. Zellen 4—4,5 μ dick, vor der Teilung bis über 20 μ, nach derselben 8—12 μ lang. Das Chromatophor bedeckt den größten Teil der Zellwand. August 1903.

3. *Microspora* Lagerh. *M. floccosa* Thuret. Zellen meist 8—9 μ dick, Zellhaut dünn. In Torfgräben des Schwenninger Moors, besonders im Hauptgraben, auch auf Torfboden zwischen Moos häufig. Ebenso auf den Schonacher Mooren, besonders in *Sphagnum;* Zellen hier meist 7—8 μ dick. April bis September.

M. stagnorum Lagerh. Zellen 8—9 μ dick, Zellhaut dick. In Gräben des Schwenninger Moors häufig, auch auf den Schonacher Hochmooren.

4. *Conferva* Lagerh. *C. bombycina* Wille. Zellen 8—15 μ dick (in den Schonacher Mooren meist 9 μ). Selten in Torfgräben und Weihern des Schwenninger und der Schonacher Moore. April bis September.

C. utriculosa Kützg. Zellen bis 20 und 24 μ dick (Hansgirg und Kirchner geben nur 15—18 μ an). Wolfbauernmoor August 1902 und 1903.

5. *Binuclearia* Wittrock. *B. tatrana* Wittr. Dicke des Fadens 8 μ. Manche Fäden sah ich in rascher Zellteilung be-

griffen, andere mit Akineten. Juni und August 1903 im Stich des Schwenninger Moors unter *Mougeotia parvula* und *Microspora stagnorum*. Selten. Ob Moorform?

VI. Familie. Chaetophoraceae.

1. *Chaetophora* Schrank. *Ch. pisciformis* Ag. Im Schwenninger und Dürrheimer Moor häufig an Binsen, Rohrkolben, Schilfrohr, Wassermoosen, nicht selten auch auf alten Gehäusen der *Limnaea stagnalis*. April bis September.

Ch. elegans Ag. Vorkommen wie vorige Art in den Baarmooren, aber auch an *Sphagnum recurvum* und *Scapania uliginosa* in der öfter genannten Schlenke des Wolfbauernmoors. April bis September.

Ch. tuberculata Ag. Nicht selten auf alten Gehäusen der *Limnaea stagnalis* in den Baarmooren. April bis September.

2. *Stigeoclonium* Kützg. *St. falklandicum* Kützg. var. *genuinum* Hansg. Lager hellgrün, schlüpfrig; Hauptfäden 5—8 μ dick, unten spärlich, oben reichlich verzweigt, die unteren Zweige lang, Enden peitschenförmig verdünnt. April 1903 an *Lemna minor* und *Sphagnum* im Schwenninger und in den Schonacher Mooren gefunden. März bis September.

St. tenue Kützg. Häufig im Schwenninger und in den Schonacher Mooren, dort oft an *Utricularia minor*. März bis September.

St. flagelliferum Kützg. Ebenso. März bis September.

St. longipilum Kützg. Zellen des Hauptfadens 12 μ dick, 16—28 μ lang. Seltener, ebendort. März bis September.

Die drei letzten Arten finden sich nicht nur im Wasser (angewachsen an *Utricularia minor, Sphagnum cuspidatum* und andern Moosen), sondern auch oft auf feuchtem Torfboden im Stich. Oft fand ich auskeimende Schwärmsporen und junge Pflänzchen an allerlei Körpern, sogar an *Arcella*-Gehäusen, angewachsen.

3. *Microthamnion* Näg. *M. Kützingianum* Näg. Lebhaft grün, Zellen 3—5 μ dick. Häufig an *Utricularia*, besonders *minor*, an *Sphagnum cuspidatum*, *Hypnum fluitans* und andern Wassermoosen, auch auf andern Fadenalgen, z. B. auf *Ulothrix subtilis* im Schwenninger und in den Schonacher Mooren. April bis September.

M. strictissimum Rabenh. Bläulich-grün, Zellen 3—4 μ dick. Ebenso. April bis September.

4. *Gongrosira* Kützg. *G. de Baryana* Rabenh. Im Abfluß des Wolfbauernmoors öfter gefunden, und zwar in *Sphagnum* mit *Palmella muscosa*. September 1901. Seltenheit!

VII. Familie. Mycoideaceae.

Chaetopeltis orbicularis Berth. Auf *Utricularia vulgaris* im Schwenninger und Dürrheimer Moor, jedoch selten. April 1902.

VIII. Familie. Cylindrocapsaceae.

Cylindrocapsa Reinsch. Fäden meist kurz, aus länglichen oder fast kugeligen, hellgrünen Zellen bestehend, deren Haut deutlich geschichtet ist.

C. geminella Wolle var. *minor* Hansg. Zellen 14 μ dick, 20—24 μ lang, mit zahlreichen, ziemlich großen Stärkekörnern. Die Zellen waren in lebhafter Teilung begriffen. Nur einmal gefunden in einem Graben des Wolfbauernmoors, aber nur mit vegetativen Zellen. August 1902.

IX. Familie. Oedogoniaceae.

1. *Oedogonium* Link. *Oedogonium*-Arten begegneten mir bei mikroskopischen Untersuchungen nicht selten, besonders häufig an *Utricularia* angewachsen, aber stets nur vereinzelte Fäden. Selten jedoch fand ich die zur Bestimmung der Arten notwendigen Fruktifikationsorgane und war dann mehr oder weniger auf Messungen an vegetativen Zellen angewiesen, wobei ich nicht immer unterscheiden konnte, ob ein männlicher, weiblicher oder monöcischer Faden vorlag. Folgende Arten kann ich daher zum Teil nur als wahrscheinlich aufstellen.

Oe. Vauchéri A. Br. Vegetative Zellen 24—28, auch nur 18—20 μ dick. Oogonien durch ein Loch sich öffnend, 36—40 μ dick, 48—52 μ lang. Schwenninger Moor nicht selten. August 1902.

Oe. capillare Kützg. Auf Blattabschnitten von *Utricularia vulgaris* im Schwenninger und Dürrheimer Moor fand ich häufig kürzere oder längere Fäden, die an der Endzelle eine lange, am Grunde nicht zwiebelartig verdickte Borste trugen. Ein dreizelliger Faden hatte am Grunde eine Dicke von 45 μ bei einer Länge von 185 μ (ohne Borste). Nicht selten beobachtete ich Schwärmsporen, wie sie sich auf *Utricularia* ansetzten und zu jungen Pflanzen auswuchsen. August 1902.

Oe. Rothi Pringsh. Zwergmännchen nicht gesehen; die Oogonien öffnen sich durch ein Loch. Vegetative Zellen 4—6 μ (selten), meist 6—8 μ dick, 18—72 μ lang. Oft gefunden an *Utricularia* und *Sphagnum* im Schwenninger Moor. August 1902.

2. *Bulbochaete* Ag. *B. setigera* Ag. Mit sehr langen Borsten. Vegetative Zellen 28 μ dick, 64 μ lang. Häufig im Schwenninger und in den Schonacher Mooren, meist auf *Utricularia minor* und *Sphagnum*. August u. September 1902.

B. pygmaea Pringsh. Vegetative Zellen 12—15 μ dick. Je und je ebendort. August und September 1902.

B. rectangularis Wittr. Vegetative Zellen 19—23 μ dick. Häufig ebendort. August und September 1902.

B. minor A. Br. Vegetative Zellen 20—25 μ dick, $1^1/_2$—2mal so lang. Schonacher Hochmoore. Selten! August 1902.

X. Familie. Coleochaetaceae.

Coleochaete Bréb. Äußerlich hat diese Alge Ähnlichkeit mit *Chaetopeltis*.

C. orbicularis Pringsh. Vegetative Zellen 8 μ breit, Oogonien 28 μ lang, 24 μ dick, Antheridien 20 μ lang, 10 μ dick. 13. April 1902 im Moosweiher gefunden mit beiderlei Fruktifikationsorganen, angewachsen an Moose. Juni und August 1903 traf ich die Alge häufig an Wurzeln von *Lemna minor* und *Ranunculus aquatilis* var. *submersus* im Schwenninger Moor.

C. scutata Bréb. Vegetative Zellen nach Hansgirg 25—46 μ breit. Juni 1903 fand ich in einem Weiher an der Dürrheimer Grenze einen jungen Thallus von nur 120 μ im Durchmesser; die Zellen nur 20 μ breit. August 1903 traf ich diese mit der vorigen Art häufig im Tannenwedelsumpf des Schwenninger Moors an Wurzeln von *Lemna minor* und *Ranunculus aquatilis* var. *submersus*. Die vegetativen Zellen waren nur 12—20 μ breit, was mit der Angabe von Kirchner stimmt. Seltener.

XI. Familie. Cladophoraceae.

1. *Rhizoclonium hieroglyphicum* Kütz. Zellen 16 μ dick, 32 bis 44 μ lang mit dicker Membran. Auf feuchtem Torfboden im Stich zwischen Protonema, Schwenninger Moor. August 1902.

2. *Cladophora fracta* Kütz. In der Neckarquelle und im Dürrheimer Moor, im Schwenninger Moor nicht vorhanden! Fühlt sich meist sehr hart und rauh an, weicher in der Neckarquelle, sehr hart im Dürrheimer Moor; dies rührt einmal her von der Kalkinkrustation, dann aber auch von epiphytischen Diatomeen, unter ihnen besonders *Cocconeis*, *Gomphonema* und *Epithemia*. März bis September.

XII. Familie. Vaucheriaceae.

Vaucheria sessilis Dc. Bildet freischwimmende Watten. Im Abzugsgraben des Dürrheimer Moors, auch in Gräben am Rande der Schonacher Moore. August 1902.

II. Klasse. Conjugatae.

Ausschließlich Bewohner des Süßwassers, besonders der Torfsümpfe, der Moos-, namentlich der Torfmoosrasen; hier in zahlreichen Arten vertreten. Hauptvegetationszeit Sommer und Frühherbst; doch fehlen sie auch im Frühling nicht, die Zygnemaceae erreichen sogar in letzterem den Höhepunkt ihrer Entwicklung.

I. Familie. Desmidiaceae.

Die Desmidiaceen gehören bekanntlich mit den Diatomeen zu den schönsten Erscheinungen im Süßwasser, besonders im Torfmoor, und erfreuen uns sowohl durch große Mannigfaltigkeit und Zierlichkeit der Formen als besonders auch durch ihr freudiggrünes Kolorit. Manche Arten finden sich häufig in nassem *Sphagnum* und *Utricularia minor*. Sie sind im Hochmoor entschieden häufiger als im Flachmoor; ersteres beherbergt die schönsten Formen dieser Familie. Den Höhepunkt ihres Wachstums erreichen sie im Sommer; doch fand ich im Frühling schon *Micrasterias crux melitensis, rotata* und *truncata*, viele Arten von *Closterium*, *Euastrum*, *Cosmarium*, auch *Desmidium*, *Gymnozyga*, *Tetmemorus*, *Pleurotaenium* und *Tetmemorus* ziemlich, weniger häufig *Penium spirostriolatum*, während die Arten von *Hyalotheca*

und *Staurastrum* fast ganz dem Sommer angehören. Aber auch die zuerst genannten Desmidiaceen sind im Frühling viel weniger zahlreich als im Sommer.

Den interessanten Teilungsvorgang konnte ich bei *Cosmarium*, *Micrasterias*, *Closterium*, *Pleurotaenium*, *Spirotaenium*, *Penium spirostriolatum* sehr oft beobachten. Je und je kam mir bei den Untersuchungen eine Zygospore zu Gesicht. Eine mit regelmäßig verteilten Warzen besetzte hatte 70 μ Durchmesser: August 1902. Eine andere von 64 μ Länge und 56 μ Dicke trug dicke, kurz zweispitzige Stacheln: August 1903. Eine dritte, zur selben Zeit gefundene von 88 μ Durchmesser war wie mit sternförmigen Hutpilzen besetzt. Ähnlich gestaltet war eine dick ellipsoide von 66 μ Länge und 54 μ Dicke, über und über mit 4 μ langen, dick säulenartigen, am Ende mit flachem Kopf versehenen, also nägelartigen Stacheln bedeckt. Die drei letzten gehörten wohl einem *Micrasterias* an, dagegen eine kleinere, vollkommen kugelige mit kurzen, einspitzigen Stacheln, gefunden September 1903, wahrscheinlich zu *Cosmarium*. Aus den mir zu Gebot stehenden Werken war es mir leider nicht möglich, die Artzugehörigkeit genau nachzuweisen.

1. *Hyalotheca* Ehrbg. *H. muscosa* Ehrbg. Ich fand die Gallerthülle je und je mit der oben genannten, zu den Protococcaceae gehörigen *Perionella hyalothecae* oder wenigstens mit Stielen derselben besetzt. In Schwenninger und den Schonacher Mooren, jedoch nicht häufig. Vorwiegend Moorform. August 1902.

H. dissiliens Bréb. Im Schwenninger Moor etwas häufiger als vorige. März bis September. In den Schonacher Mooren ziemlich häufig. Die Gallerthülle war hier meist deutlicher als dort, oft vonStielen der *Perionella hyalothecae* durchsetzt. August und September 1902 und 1903. Teilweis Moorform.

2. *Gymnozyga* Ehrbg. *G. Brébissoni* Nordstedt. Prächtige Alge. Fäden 16—24 μ dick. Im Schwenninger Moor nie, sehr häufig dagegen in den Schonacher, nicht selten auch in den ostfriesischen Mooren gefunden. Moorform. August und September 1902 und 1903.

3. *Didymoprium Grevillei* Kützg. Ziemlich häufig im Schwenninger und in den Schonacher Mooren. Moorform. August 1901, 1902 und 1905.

4. *Desmidium Swartzi* Ag. Dicke der Fäden 28—30 μ. Häufig im Schwenninger und in den Schonacher Mooren. Vorwiegend Moorform. April bis September.

5. *Closterium* Nitzsch. Die Gattung ist im Moor reichlich vertreten. Viele Arten zeigen schöne Protoplasmaströmungen (Rotationsströme) unter der Zellhaut. Sehr oft konnte ich den Teilungsvorgang beobachten. Von *Cl. parvulum* ist er betreffenden Orts beschrieben. Bei *Cl. Ehrenbergi* und *Leibleini* zeigte jede Hälfte schon vor und während der Teilung eine helle Mittellinie, die dem neugebildeten stumpfen, an der Trennungsfläche gelegenen Ende natürlich viel näher lag als dem ursprünglichen, nach außen gekehrten spitzen Ende.

a) *Cl. gracile* Bréb. Sehr zierliche Form. Das schmale Chlorophyllband ist oft geschlängelt oder fast zickzackförmig gebogen. Dicke 5—7,5 μ, Länge 140—270 μ. Häufig im Schwenninger und in den Schonacher Mooren. Gefunden Juli, August und September.

b) *Cl. juncidum* Ralfs. Nach Eyferth meist mit 3 Querlinien; ich fand gewöhnlich nur eine. Wahrscheinlich bezieht sich jene Angabe auf Exemplare,

die sich zur Teilung anschicken. Je und je im Schwenninger und in den Schonacher Mooren. Ein letzterem 1. Mai 1905 entnommenes Exemplar hatte 12 μ Dicke, 240 μ Länge, die Zellhaut war schwach längsgestreift, bräunlichgelb; jede Hälfte hatte 6 Pyrenoide. Teilweis Moorform.

c) *Cl. macilentum* Bréb. Dicke 12—19 μ (Hansgirg gibt 12—14 μ, Migula 11—12 μ an); schwach gebogen, an den Enden verdünnt und abgerundet. Chlorophyllband mit 8—9 Pyrenoiden. Zellhaut glatt, schwach violett oder gelbbräunlich. 17. Juli 1905 im Moosweiher, 20. Juli 1905 Schlenke im Wolfbauernmoor. Wohl vorwiegend Moorform.

d) *Cl. angustatum* Kütz. Dicke 18—20 μ, Länge 500—640 μ; Enden breit abgestutzt, wenig verdünnt. Endbläschen klein, von der Spitze entfernt. Zellhaut braungelb mit 4—5 Längsstreifen. In Schwenninger und den Schonacher Mooren je und je. August 1902.

e) *Cl. didymotocum* Corda. Eine leere Zellhaut war braunrot, mit etwa 12 zarten Längsstreifen. Dicke 28—36 μ, Länge 240 bis 290 μ. Im Schwenninger Moor nie, in den Schonacher Mooren sehr häufig gefunden. August und September 1902; Juli 1905. Moorform.

f) *Cl. lunula* Ehrbg. Dicke 72—85 μ, Länge 440—640 μ. Sehr häufig im Blindensee- und Wolfbauernmoor bei Schonach; bei einem Exemplar waren die Chlorophyllplatten wie bei *Penium lamellosum* gelappt: August und September 1902; Juli 1905. Im Schwenninger Moor selten: 13. Juli 1905 im Moosweiher gefunden.

g) *Cl. attenuatum* Ehrbg. Zellen 32—40 μ dick, 430—500 m lang. In den Baarmooren nicht häufig (1. Mai 1905 auch im Dürrheimer Moor gefunden), häufig aber im Blindenseemoor: August und September 1902.

h) *Cl. acerosum* Ehrbg. Die radiär gestellten Chlorophyllplatten treten stark hervor. Dicke 18—36 μ, Länge 120—480 μ. Massenhaft im Schwenninger Moor, besonders in einem Stichgraben des Kugelmooses. August 1902.

i) *Cl. striolatum* Ehrbg. Schöne, wenig gekrümmte Form mit deutlicher Längsstreifung. Dicke 28—44 μ, Länge 240—350 μ. Die Stammform selten im Schwenninger Moor (ein 17. Juli 1905 im Moosweiher gefundenes Exemplar zeigte in lebendem Zustand die Streifung nicht deutlich, deutlicher abgetötet).

Öfter, aber auch nicht häufig, fand ich im Moosweiher und in den Weiherwiesensümpfen var. *elongatum* Rabenh., so April 1903 und August 1903. Die Zellhaut trägt dichtstehende, ziemlich kräftige Längsstreifen. Die untersuchten Exemplare hatten alle 3 helle Querbinden. Vorwiegend Moorform.

k) *Cl. cornu* Ehrbg. Dicke 6—7 μ, Länge 108 μ. Blindenseemoor: August und September 1902. Teilweis Moorform.

l) *Cl. subtile* Bréb. Äußerst zart, hat etwas Ähnlichkeit mit *Raphidium* (nach Migula vielleicht ein solches?), aber ziemlich stark, manchmal fast halbkreisförmig gebogen mit scharf zugespitzten Enden, in der Mitte der Bauchseite etwas angeschwollen, mit einem hellen Mittelband. Dicke 4 μ, Länge 48 μ (Migula gibt nur etwa 12 μ an). Nur einmal (21. Juli 1905) im Abflußgraben des Wolfbauernmoors gefunden.

m) *Cl. Jenneri* Ralfs. Im Schwenninger Moor selten, gefunden August 1903; Dicke 13 μ, Länge 84 μ. Im Blindensee häufig: Dicke 14—15 μ, Länge 148 μ (Eyferth gibt nur 90 μ an, Migula 48—94 μ); August 1903. Moorform.

n) *Cl. Dianae* Ehrbg. Mit 1 Querbinde. Dicke 18—22 μ, Länge 160—360 μ. Häufig im Schwenninger und den Schonacher Mooren. April bis September. Teilweise Moorform.

Im Abflußgraben des Wolfbauernmoors fand ich 21. Juli 1905 var. *arcuatum* Rabenh. Zellen 10 μ dick, 80 μ lang, sehr stark gekrümmt, an den Enden stumpf, in der Mitte leicht angeschwollen. Zellhaut gelblich. Moorform.

o) *Cl. Venus* Kütz. Dicke 8—10 μ, Länge 100—160 μ. (Migula gibt 51—81 μ an.) Häufig in den Baarmooren. April bis September.

p) *Cl. parvulum* Näg. Zierliche Form. Dicke 14—16 μ (Migula 11—14,5 μ), Länge 95—160 μ (Migula 96—121 μ). Sehr häufig im Schwenninger und in den Schonacher Mooren. April bis September.

Öfter beobachtete ich den Vorgang der Teilung bei dieser Art. Die beiden Hälften wurden durch einen spitzwinkligen Einschnitt nach und nach abgeschnürt und bildeten an der Teilungsstelle anfangs stumpfe, später spitze helle Enden, welche sich immer mehr auszogen und Endbläschen mit Gipskristallen zum Vorschein kommen ließen. Die beiden Tochterindividuen neigten sich mit der Ventralseite gegeneinander. Die helle Mittellinie in jedem Individuum lag zuerst in $^1/_4$, später in $^1/_3$, zuletzt in der Hälfte der Länge, indem die anfangs abgestumpfte stärkere Hälfte der Tochterindividuen sich mehr und mehr streckte.

q) *Cl. Ehrenbergi* Menegh. Zellen mit zahlreichen, nicht immer in Reihen angeordneten Pyrenoiden, häufig auch mit breiter Querbinde (Eyferth: „ohne Mittellinie"). Dicke 56—76 μ (Migula 72—137 μ), Länge 320—420 μ (Migula 382—541 μ). Nicht selten in den Baar-, häufig in den Schonacher Mooren. April bis September.

r) *Cl. moniliferum* Ehrbg. Schlanker und kleiner als vorige Art. Dicke 40—64 μ, Länge 260—440 μ. Ziemlich häufig im Schwenninger Moor. August 1902 und Mai 1903.

s) *Cl. Leibleini* Kütz. Dicke 20—40 μ, Länge 180—240 μ. Sehr häufig im Schwenninger und Dürrheimer Moor, in ersterem oft auch in Gräben zwischen *Ulothrix subtilis, Mougeotia parvula* und *viridis*. April bis September.

t) *Cl. rostratum* Ehrbg. Dicke in der Mitte 18—28 μ, an den lang ausgezogenen Enden noch 3,5—5 μ, Länge 240—360 μ. Ziemlich häufig im Schwenninger und in den Schonacher Mooren.

u) *Cl. Kützingi* Bréb. Dicke in der Mitte 17—18 μ, an den feinen, schwach gebogenen Spitzen 2—3 μ, Länge 250—370 μ, also kleiner als sonst angegeben wird (Migula: 16—23 μ breit, 370—520 μ lang). Häufig im Schwenninger Moor. April bis September.

v) *Cl. setaceum* Ehrbg. Der vorigen Art sehr ähnlich, aber noch zierlicher. Dicke 9—15 μ (Migula 7,5—12,5 μ), Länge 360—450 μ. Häufig im Schwenninger Moor. Moorform. April bis September.

6. *Mesotaenium* Näg. *M. Endlicherianum* Näg. Dicke 9 μ, Länge 44 μ. Selten im Schwenninger Moor gefunden. August 1901.

Var. *grande* Nordst. Zellen 18 μ dick (Hansgirg gibt nur 10—14 an), 44 μ lang. In den Schonacher Mooren je und je.

Beide teilweis Moorformen.

7. *Spirotaenia* Bréb. *Sp. condensata* Bréb. Dicke 18—21 μ, Länge 96—146 μ, also bedeutend kleiner als Migula angibt (Länge 150—270 μ, Breite 18—27 μ). Im Schwenninger Moor nie, im Wolfbauernmoor bei Schonach häufig gefunden, oft in Schleimhülle und Zweiteilung gesehen. August und September 1902 und 1903, Mai und Juli 1905. In diesen kleinen Maßen Moorform.

Sp. obscura Ralfs. Zellen nach den Enden verschmälert, oft nach dem einen mehr als nach dem andern, dann also spindelförmig. Chlorophor axil mit 3—8 spiralig gewundenen Leisten. Endbläschen mit nur einem sich bewegenden Körnchen. Zellkern gewöhnlich seitlich in der Mitte. Dicke 13—16 μ, Länge 60—100 μ. Im Frühling sehr häufig, im Sommer seltener im Schwenninger Moosweiher. Einfache Zweiteilung oft beobachtet, Alge bei derselben meist in Gallerthülle. Moorform.

8. *Penium* De Bary. a) *P. navicula* Bréb. Breite 12 μ, Länge 45 μ. Schwenninger Moor, aber nicht häufig. August 1902. Teilweise Moorform.

b) *P. closterioides* Ralfs. Breite 30—40 μ, Länge 150—260 μ. Schonacher Moore, aber nicht häufig. Vorwiegend Moorform.

c) *P. interruptum* Bréb. Zellen im Alter mit drei Querbinden. Breite 42—56 μ, Länge 164—300 μ. Schwenninger und Schonacher Moore je und je. August 1902 und 1903; Juli 1905. Teilweise Moorform.

d) *P. digitus* Bréb. Breite 44—64, auch bis 75 μ, Länge 176—320 μ. Sehr häufig. Schwenninger und Schonacher, auch ostfriesische Moore; aber in allen stets kleiner als sonst angegeben (Hansgirg: Breite 60—82 μ, Länge 300—400 μ). Auch manche andere Desmidiaceen haben im Moor eine geringere Größe als in nährstoffreichen Gewässern. April bis September. In obigen kleineren Maßen Moorform.

e) *P. lamellosum* Bréb. Dicke 40—56 μ, Länge 140—260 μ (Migula: 58—72 μ breit, 5—6mal so lang). Noch häufiger als vorige Art an denselben Orten. April bis September. In diesen kleineren Maßen Moorform.

f) *P. oblongum* De Bary. Breite 28—32 μ (Hansg. gibt nur 22—26 an). Länge 80—128 μ. Schonacher Moore. August 1902 und 1903; Juli 1905. Moorform.

g) *P. spirostriolatum* Barker. (Fig. 3. Py = Pyrenoide, N = Kern, Chl = Chlorophyllplatten.) Zellwände gerade, nicht gewellt, aber in jeder Hälfte mit meist drei, zuweilen bis fünf, in etwa gleichen Abständen sich befindenden Ringleisten, Mittelband ohne solche. Zellhaut deutlich spiralig gestreift und zwischen den Streifen mit feinen Wärzchen besetzt. Die Zellhälften sind neben der schwachen, oft kaum sichtbaren, un-

mittelbar vor der Teilung aber stärkeren (Fig. 3 stellt ein zur Teilung reifes Individuum dar) Mitteleinschnürung etwas angeschwollen, gegen die gestutzt abgerundeten Enden hin ein wenig zusammengezogen, zuletzt wieder schwach erweitert (var. *amplificatum* Schmidt). Die Mitte der Zelle ist durch ein helles Querband ausgezeichnet, aus welchem deutlich der Kern hervorschimmert. Das Chromatophor mit gewöhnlich sechs gerade verlaufenden axilen Platten enthält jederseits 4—6 in eine Reihe geordnete Pyrenoide. Endvakuole fehlt gewöhnlich; wenn vorhanden, ist sie nicht deutlich und ohne tanzende Körperchen. Eine große Zahl von mir gemessenen Exemplaren ergab folgende Maße: Dicke 16—24 (meist 20) μ, Länge 117—192 μ.

Im Schwenninger Moor nie, in den Schonacher Hochmooren, besonders im Blindensee und den benachbarten Sümpfen sehr häufig gefunden. April bis September 1902, 1903 und 1905. Die Hauptentwicklung der schönen Alge fällt in die Sommer- und ersten Herbstmonate; doch fand ich schon am 29. April 1905 nicht nur leere Zellhäute, sondern auch, freilich noch ziemlich spärlich, lebende Zellen. Moorform! Über Lichtempfindlichkeit siehe bei *Batrachospermum vagum*.

Sehr oft konnte ich einfache Zweiteilung beobachten. Beim Beginn derselben sieht man deutlich, wie sich der Zellkern in die Länge zieht und dann teilt. Ein in Teilung begriffenes Exemplar war 186 μ lang, 16 μ dick, ein anderes sogar 240 μ bei 20 μ Dicke. Zwei eben aus Teilung entstandene Zellen hatten je 128 μ Länge, andere Teilsprößlinge 120 und 108 μ.

Leere Zellhäute zeigen deutlich, lebende Zellen weniger deutlich scheinbar doppelte, d. h. sich kreuzende Spiralstreifung, wobei aber das eine Liniensystem schwächer erscheint und erst bei tieferem Einstellen des Mikroskops völlig klar wird. Die Skizze in „Cooke, British Desmids“ mit zwei sich kreuzenden, schief verlaufenden Liniensystemen könnte den Eindruck erwecken, als sei die Spiralstreifung doppelt. Daß dem nicht so ist, wird aus der Profilstellung der Alge sofort klar. Das Ende gleicht dem gefurchten Knopf einer Remontoiruhr, nur daß die Rippen nicht in der Richtung der Achse, sondern schief verlaufen.

Zur genauen Feststellung, daß die Chlorophyllplatten wirklich axil und nicht wandständig sind, daß also die Alge zur Gattung *Penium* und nicht zu *Pleurotaenium* gehört, tötete ich viele Exemplare derselben sowie solche von *Pleurotaenium nodulosum* teils mit

Essigsäure, teils mit Formol ab. Immer zogen sich bei der in Rede stehenden Desmidiacee die Chlorophyllplatten gegen die Achse hin, bei *Pleurotaenium* an die Zellwand zurück. In den großen Endbläschen der letzteren sah man auch nach dem Abtöten noch die Gipskristalle, freilich nicht mehr in tanzender Bewegung. Bei *Penium spirostriolatum* aber wurde beim Abtöten in den meisten Fällen an jedem Ende wohl ein helles, mehr oder weniger deutlich umgrenztes Bläschen sichtbar, jedoch ohne Körperchen. Auch im Leben sah ich in manchen Zellen Endvakuolen, stets aber ohne tanzende Kristalle.

Diese interessante seltene Desmidiacee wurde nach Migula, Kryptogamenflora von Deutschland, bis jetzt nur in der Lüneburger Heide und im Kiehnenmoor gefunden. Nach der Diagnose Migula's „anastomosieren die spiraligen Längsstreifen zuweilen oder sind durch Reihen von Flecken ersetzt". Dies konnte ich bei den in den Schonacher Hochmooren wachsenden, meist zur Form *amplificatum* mit gestutzt gerundeten, etwas verbreiterten Enden gehörenden Pflanzen nie beobachten, obgleich ich eine sehr große Anzahl untersuchte. Dagegen fand ich im Frühling und Sommer 1905 nicht selten Exemplare mit glatter, also nicht spiralig gestreifter Zellhaut. Cooke gibt in British Desmids als Heimat dieser Alge Irland, Dänemark und Schweden, als Maße 17—23 μ Dicke, 155—225 μ Länge an; nach Migula ist sie 20—26 μ breit, 123—274 μ lang.

Vergleichen wir *Penium spirostriolatum* mit den vorher genannten ebenfalls im Moor gefundenen Schwesterarten, so drängt sich uns die Wahrnehmung auf, daß jene Form nicht recht zu diesen passen will. Auch Migula betont, daß in der Gattung *Penium* sehr heterogene Formen vereinigt seien, welcher Umstand eine Neubearbeitung dieses Genus dringend notwendig mache. Unter den von ihm abgetrennten Arten müßte in erster Linie *Penium spirostriolatum* sein.

9. *Cylindrocystis* De Bary. *C. Brébissoni* Menegh. Breite 16—23 μ, Länge 20—68 μ; bei diesen Maßen ist auch var. *turgida* Schmidle mit inbegriffen. Im Schwenninger Moor nicht gerade häufig, in den Schonacher und ostfriesischen Mooren häufig. August 1902, 1903 und 1905. Teilweise Moorform.

10. *Tetmemorus* Ralfs. a) *T. Brébissoni* Ralfs. Breite 18—32 μ, Länge 100—160 μ. Schonacher und ostfriesische Moore häufig. August und September 1903; Juli und August 1905. Moorform.

b) *T. granulatus* Ralfs. Breite 20—32 μ, Länge 100—175 μ, also ziemlich kleiner, als sonst angegeben wird (Migula: 30—45 μ breit, 138—259 μ lang). Schonacher Moore nicht so häufig wie vorige, ostfriesische ebenso häufig. August und September 1903; August 1905. In diesen kleinen Maßen Moorform.

c) *T. laevis* Ralfs. Breite 20—24 μ, Länge 88 μ. Schwenninger und Schonacher Moore häufig. August 1902 und 1903; Juli 1905. Teilweise Moorform.

d) *T. minutus* De Bary. Breite 18 μ, Länge 36 μ (Migula: 19—21 μ breit, 52—65 μ lang). Ostfriesische Moore, nicht häufig. August 1905. Moorform.

11. *Pleurotaenium* Lund. a) *P. trabecula* Näg. Breite 20—30 μ, Länge 200—360 μ (Migula: 26—55 μ, meist 30—40 μ breit, 350—500 μ und darüber lang). Schwenningen und Schonach. April bis Juli 1905. In den kleinen Maßen Moorform.

b) *P. Ehrenbergi* Delponte. Dicke 25—38 μ, Länge 300—380 μ. Im Schwenninger Moor sehr häufig. April bis September.

Hier auch var. *granulatum* Ralfs. Dicke 30 μ, Moosweiher 26. April 1905.

c) *P. nodulosum* De Bary. Dicke 40—50 μ, Länge 320—420 μ. Schwenninger Moor, seltener. Mai bis September. Wohl vorwiegend Moorform.

Öfter konnte ich den Teilungsvorgang bei *P. nodulosum* verfolgen. Die Ringleiste teilt sich; die Zellhälften weichen unter Hervorschieben zweier aneinander liegender protoplasmatischer Mittelstücke auseinander, mit ihnen auch die beiden Tochterkerne. Mehr und mehr ziehen sich die protoplasmatischen Mittelstücke in die Länge, so daß die Ringleistenhälften immer weiter auseinanderrücken. Endlich schnüren sich die beiden Tochterzellen in der ehmaligen Zellmitte voneinander ab, haben aber noch ungleiche Hälften. Die äußere behält die alte Zellhaut; die innere, noch kleinere, wächst nach und nach zur Länge der alten heran, umgibt sich mit neuer Zellhaut und bildet auch die fehlende Hälfte der Ringleiste, die nun bei jeder Tochterzelle wieder in der Mitte sich befindet.

12. *Docidium* Lund. a) *D. baculum* Bréb. Dicke 20 μ, Länge 200 μ. Zellen in der Mitte ziemlich stark eingeschnürt, mit heller Mittellinie, gegen die Enden wenig verdünnt, ohne Endbläschen. Zellhaut glatt. Mai 1905 ziemlich häufig in den Schonacher Mooren, besonders in der oben beschriebenen Schlenke des Wolfbauernmoors. Teilweise Moorform.

b) *D. dilatatum* Lund. Zellwand mit gewellten Einschnürungen. Dicke 19 μ, Länge 260 μ. Schonacher Moore August und September 1902. Moorform.

13. *Holacanthum* Lund. *H. aculeatum* Lund. Zellen ohne Stacheln 63 μ dick. Im Schwenninger Moor öfter gefunden, in den Schonacher Mooren sehr häufig. Mai bis September. Moorform.

H. cristatum Lund. Im Dürrheimer Moor nur einmal gefunden. August 1902.

14. *Schizacanthum* Wille. *Sch. armatum* Lund. Die Stacheln der untersuchten Exemplare waren dreigabelig; zu beiden Seiten des Isthmus befindet sich eine Rosette aus Stacheln. Breite 70—80 μ, Länge 115—130 μ. In den Schonacher Mooren nicht selten. Gefunden Juli bis September 1902 und 1005. Moorform.

15. *Peurotaeniopsis* Lund. *P. cucumis* Lund. Dicke 40 μ, Länge 80 μ. Im Schwenninger Moor nicht selten. Mai bis September.

P. Ralfsi Lund. Breite 60—68 μ, Länge 88—96 μ, Isthmus 20 μ. Schwenningen nicht häufig, April 1903 im Moosweiher, Juli 1905 Weiherwiesen.

16. *Arthrodesmus* Ehrbg. *A. convergens* Ehrbg. Im Schwenninger Moor je und je, in den Schonacher und ostfriesischen Mooren ziemlich häufig. Mai bis September. Teilweis Moorform.

17. *Cosmarium* Lund. Bei dieser Gattung sind die Zellteilungsvorgänge schön zu beobachten. Sehr häufig findet man Exemplare mit ungleichen Zellhälften. Im Absterben begriffen zeigen sie meist sehr schön Brown'sche Molekularbewegung, besonders *C. botrytis, margaritiferum* und *cucurbita*.

a) *C. connatum* Bréb. Breite 48—60 μ, Länge 100—104 μ, Isthmus 32 μ. Nicht selten im Schwenninger Moor. April bis September. Vorwiegend Moorform.

b) *C. moniliforme* Ralfs. Breite 12 μ, Länge 20 μ. (Cooke gibt an: Breite 16—21 μ, Länge 26—36 μ; Hansgirg: Breite 16—22 μ, Länge 32—44 μ.

Migula: Breite 16—22 μ, Länge 32—44 μ.) Sonach eine kleinere Moorform, Schonach sehr häufig. September 1902.

c) *C. cucurbita* Bréb. Breite 20—28 μ, Länge 36—52 μ, Isthmus 12—14 μ; Schwenningen und Schonach August und September 1902 und 1903; auch in Ostfriesland August 1905, aber hier teilweise kleiner (Breite 16—22 μ, Länge 32—56 μ). Teilweis Moorform.

d) *C. Cordanum* (Hansg.). Breite 26 μ, Länge 40 μ. Nicht selten in Schwenningen. August 1903.

e) *C. palangula* Bréb. Breite 15—16 μ, Länge 26—34 μ. Schwenningen und Schonach je und je. April bis September. Moorform.

f) *C. granatum* Bréb. var. *subgranatum* Nordst. Breite 13—20 μ, Länge 17—30 μ. Schwenningen nicht häufig. August 1902.

Einmal (April 1903) fand ich im Moosweiher

g) *C. granatum* var. *Nordstetti* Hansg. Breite nur 7,2 μ, Länge 8 μ, Isthmus 2,5 μ. (Hansgirg gibt viel größere Maße an: Breite 18—25 μ, Länge 27—36 μ, Isthmus 6 μ.) Also wohl kleinere Moorform.

h) *C. pyramidatum* Bréb. Breite 60 μ, Länge 93 μ. Schwenningen selten. August 1903. Teilweis Moorform.

i) *C. quadratum* Ralfs. Breite 80 μ, Länge 60 μ. Schwenningen nicht häufig. April 1903.

k) *C. crenatum* Ralfs. Breite 44 μ, Länge 55 μ. Schwenningen nicht häufig. April 1903 Moosweiher. 25. Juli 1905 fand ich im Schlamm des ausgetrockneten Tannenwedelsumpfs var. *nanum* Witte. Breite 16 μ, Länge 24 μ, Isthmus 10 μ.

l) *C. depressum* Lund. Breite 40 μ, Länge 64 μ, Isthmus 12 μ. In Schlenken des Blindenseemoors häufig. Juli 1905.

m) *C. Meneghinii* Bréb. Breite 10—25 μ, Länge 10—35 μ. Variiert sehr stark; ein sehr großes Exemplar hatte in der Breite 44 μ, in der Länge 64 μ; meist jedoch kleiner. Im Schwenninger Moor nicht selten. August 1902.

Var. *angulosum* Rabenh. 14 μ breit, 18 μ lang, Isthmus 4 μ. Juli 1905 Moosweiher.

Var. *concinnum* Rabenh. Breite 11—12 μ, Länge 16—17 μ. Schwenningen nicht häufig. April 1903.

n) *C. bioculatum* Bréb. Breite 16 μ, Länge 36 μ. Blindensee. August und September 1902.

o) *C. nitidulum* de Not. Breite 24 μ, Länge 28 μ, Isthmus 8 μ. Im Veenhuser Moor. August 1905.

p) *C. Hammeri* var. *intermedium* Reinsch. Breite 16 μ, Länge 24 μ, Isthmus 7,5 μ. Weiher beim Wolfbauernhof. Juli 1905. Seltene Moorform.

q) *C. margaritiferum* Menegh. Breite 44—60 μ, Länge 44—96 μ, Isthmus 12—20 μ. Schwenningen und Schonach häufig. März bis September. Teilweis Moorform.

Öfter sah ich Exemplare in Teilung; meist waren die jungen Zellen in 3 Stunden fertig.

r) *C. conspersum* Ralfs var. *rotundatum* Witte. Zellen im Umriß breit rechteckig, wenig länger als breit; Zellhälften rechteckig-

nierenförmig, am Scheitel breit abgerundet; Einschnitt tief, linear. Warzen groß, gestutzt, in gekreuzten Reihen angeordnet. Breite 60 μ, Länge 75 μ (nach Migula: Breite 76—78 μ, Länge 98—104 μ). In den kleineren Maßen wohl Moorform. Schwenningen selten! April 1903.

s) *C. botrytis* Menegh. Breite 32—72 μ, Länge 40—100 μ. Schwenningen sehr häufig; in den Schonacher Mooren ebenfalls häufig, aber stets kleiner: Breite 22—40 μ, Länge 30—44 μ (hier wohl Moorform). März bis September.

Var. *emarginatum* Hansg. Trapezförmig, am Scheitel stark stumpf ausgerandet; mit sehr großen Warzen. Abflußgraben des Erlensumpfs beim Zollhaus zwischen mit Eisenhydroxyd überzogenen Fadenalgen (*Ulothrix aequalis, Mougeotia parvula* und *genuflexa, Spirogyra tenuissima*) und verschiedenen Diatomeen (darunter *Cymatopleura solea*). — Breite 64 μ, Länge 66 μ, Isthmus 15 μ. 3. Mai 1905. (Von Hansgirg nur beim Prebischtor in der böhmischen Schweiz gefunden!) Seltenheit!

t) *C. Brébissoni* Menegh. Breite 52 μ, Länge 80 μ, am Isthmus 12 μ. Je und je Schwenningen. April 1903 im Moosweiher.

u) *C. phaseolus* Bréb. Breite 28 μ, Länge 28 μ, Isthmus 7 μ. Selten! Schwenningen August 1902.

v) *C. Broomei* Thwaites. Breite 38 μ, Länge 46 μ. Blindensee Sept. 1902.

18. *Cosmocladium* Bréb. Die cosmariumähnlichen, elliptischen oder nierenförmigen Zellen sind durch Schleimfädenpaare zu dichotomisch verzweigten, bäumchenartigen Familienstöcken verbunden, entweder an Pflanzen (seltener an Tieren) angewachsen oder frei umhertreibend. Zellinhalt schön grün, mit einem Paramylonkorn.

C. pulchellum Bréb. Familien festsitzend, Zellen nierenförmig, etwa 12,5 μ dick und doppelt so lang. Nur einmal (August 1901) im Schwenninger Moosweiher gefunden, angewachsen an *Arrenurus*.

19. *Euastrum* Ralfs. Die kleineren Arten nähern sich *Cosmarium*, die größeren *Micrasterias*.

a) *E. binale* Ralfs. Breite 9,6—17 μ (meist 10—12 μ), Länge 10,5—14 (selten 28) μ, Isthmus 3,2—4 μ. Einzeln, meist aber in Ketten von 2—6, sogar bis 20 Individuen vereinigt. Schwenningen häufig in Torfgräben, Schonach noch häufiger, ganz massenhaft im Veenhuser Moor in Stichgräben. Juli und August 1902 und 1905. In einzelnen Varietäten, die ich wegen Mangels einschlägiger Literatur an Ort und Stelle nicht bestimmen konnte, Moorform.

b) *E. oblongum* Ralfs. Breite 70 μ, Länge 136 μ. Schwenningen je und je; ebenso Schonach. August 1902 und 1905.

c) *E. crassum* Kützg. Breite 88 μ, Länge 160 μ, Isthmus 24 μ. Schlenke des Wolfbauernmoors. 1. Mai 1905. Moorform.

d) *E. ansatum* Ralfs. Breite 32—45 μ, Länge 56—90 μ, Isthmus 8—10 μ. Schwenningen je und je, Schonach häufiger. Je und je fand ich var. *emarginatum* Hansg. Juli und August 1902, 1903 und 1905.

e) *E. elegans* Kütze. Breite 16 μ, Länge 26 μ, Isthmus 5 μ. Schwenningen und Schonach. April und Juli 1905. Nicht häufig.

f) *E. inerme* Lund. Alle Ecken und Ausbuchtungen abgerundet. Breite 30 μ, Länge 44 μ. Im Schwenninger Moosweiher, besonders häufig im periodischen Tümpel. August 1903.

g) *E. didelta* Ralfs. Breite 44—80 μ (Hansgirg: 45—70 μ), Länge 88—200 μ (Hansgirg: 70—140 μ), Isthmus 12—20 μ. Schwenningen und Schonach häufig. Im Wolfbauernmoor traf ich sehr häufig eine kleine Form von 32—36 μ Breite und 52—56 μ Länge, ebenso var. *sinuatum* Gay mit längerem Endlappen und tieferen unteren Einbuchtungen. April bis September. Vorwiegend Moorform.

h) *E. ampullaceum* Ralfs. Breite 64 μ, Länge 96 μ. Nur einmal im Schwenninger Moor gefunden. August und September 1903. Vorwiegend Moorform.

20. *Micrasterias* Ag. Sehr schön ist bei dieser Gattung die Teilung zu beobachten. Häufig begegnen uns Formen, bei denen die eine Hälfte noch unfertig ist, entweder noch ganz jung als kleine Ausstülpung oder $^1/_2$—$^3/_4$ so groß als die alte Hälfte. Die noch in Bildung begriffene Hälfte zeigt weiche, abgerundete, noch nicht ausgezackte Formen. Die Teilungen folgen zuweilen sehr rasch aufeinander; manchmal teilt sich ein Individuum, ehe noch die jugendliche Hälfte ausgebildet ist. So entstehen unfertige Formen von einfacherem Bau.

a) *M. crux melitensis* Ralfs. Fig. 6. Die Scheitelansicht (s. Cooke, British Desmids) ist nicht so einfach wie Hansgirg sie S. 208 darstellt, sondern ziemlich kompliziert, im Umriß breit spindelförmig mit welligen Erhebungen, besonders schön an leeren Zellhäuten zu sehen. Breite 100—120 μ, Länge 110—130 μ, Dicke 18—32 μ. — Schwenningen in beiden Moosweihern, sowie in den Weiherwiesen, dort besonders am Nordwestufer zwischen *Utricularia minor*, in kleineren und größeren Teichen und Torfgräben zwischen *Sphagnum* und *Utricularia*, auch an der Dürrheimer Grenze, aber nie auf Unterwuhr und Dürrheimer Moor, auch nicht in den Schonacher Hochmooren gefunden! Vom ersten Frühling bis zum Spätherbst, besonders häufig im Sommer.

Reizendes Pflänzchen, unstreitig die schönste Desmidiacee, eine wahre Perle unseres Zwischenmoors! (Auch von Schweizer Flachmooren angegeben.)

Abnorme Formen. Ein August 1903 im periodischen Tümpel gefundenes Exemplar zeigte in den größeren Einschnitten je eine blasige Ausstülpung der Zellhaut. Bei zwei andern, September 1903 im Moosweiher und Juli 1905 in den Weiherwiesen gefundenen war die ältere Hälfte auf einigen Spitzen mit kugeligen Papillen besetzt, die jüngere normal. Ein weiteres Individuum zeigte nur 88 μ Länge;

beide Hälften waren noch unfertig, die Teilung also vor völligem Auswachsen der jüngeren Hälfte erfolgt.

b) *M. truncata* Bréb. Breite 80—100 μ, Länge 88—105 μ, Isthmus 20 μ, Dicke 38—40 μ. In Gräben und Weihern des Schwenninger Sphagnetums oft gefunden. Mai bis September. In den Schonacher Mooren, zumal im Blindenseemoor sehr häufig. Juli bis September 1902, 1903 und 1905; ebenso im Veenhuser Moor ziemlich häufig. August 1905. Moorform.

c) *M. rotata* Ralfs. Breite 190—230 μ, Länge 210—250 μ. Schwenningen im Moosweiher, periodischen Tümpel und andern Sümpfen nicht selten; März bis September. Schlenke und Abflußgraben des Wolfbauernmoors Mai bis Juli 1905.

d) *M. papillifera* Bréb. Breite 108 μ, Länge 128 μ. Im Abfluß des Wolfbauernmoors zwischen *Juncus supinus* var. *fluitans* mehrmals gefunden. September 1902. Teilweis Moorform.

21. *Staurastrum* Lund. Weist mit der vorangehenden Gattung die schönsten Formen der Familie auf.

a) *St. muticum* Bréb. Scheitelansicht meist dreieckig, seltener viereckig. Breite 20—28 μ, Länge 25—32 μ. Schwenningen häufig. April bis September. Weiher beim Wolfbauernhof Mai bis Juli 1905. Teilweis Moorform.

b) *St. punctulatum* Bréb. Breite 20—36 μ, Länge 22—40 μ (Hansgirg: 25—27 μ). Schwenningen häufig, Schonach je und je. April bis September. Teilweis Moorform.

c) *St. Reinschi* Roy. Breite 28—30 μ, Länge 28—30 μ. Blindenseemoor August 1903, nicht häufig. Moorform.

d) *St. alternans* Bréb. Länge und Breite 20—40 μ. Schwenningen häufig. Mai bis September.

e) *St. dilatatum* Ehrbg. Breite 28 μ. Scheitelansicht mit 3—5 (gewöhnlich 4) abgestutzten Fortsätzen. Schwenningen mehrmals gefunden, besonders August 1903.

f) *St. hexacerum* Wittr. Breite 40—44 μ, Länge 36 μ. Zellhälften mit 4—6 farblosen, vorn abgestutzten Fortsätzen. Schwenningen und Schonach, nicht häufig. Mai bis September. Wohl Moorform.

g) *St. margaritaceum* Menegh. Breite 35—46 μ. Periodischer Tümpel Mai 1905.

h) *St. hirsutum* Bréb. Breite 36—44 μ, Länge 34—44 μ. Schonach und Veenhusen je und je. August 1903 und 1905. Teilweis Moorform.

i) *St. echinatum* Bréb. Breite 32—35 μ, Länge 40 μ, Isthmus nur 8 μ (Hansgirg: 11—15 μ). Haut gleichmäßig mit etwas derberen Stacheln von 3—4 μ Länge besetzt. Schwenningen und Weiher beim Wolfbauernhof, nicht häufig. September 1903 und Juli 1905. Teilweis Moorform.

k) *St. cristatum* Näg. Breite 48 μ, Länge 56 μ, Isthmus 16 μ. Veenhusen je und je. August 1905. Teilweise Moorform.

l) *St. aculeatum* Menegh. Breite 36—40 μ, Länge 40—52 μ. Schonach, nicht häufig. August und September 1903; Juli 1905.

m) *St. muricatum* Bréb. Breite 40 μ, Länge 44 μ (Hansgirg: Breite 43—57 μ, Länge 50—72 μ). Schwenningen selten. August 1903.

n) *St. gracile* Ralfs. Schwenningen und Schonach selten. Plankton-desmidiacee. Mai bis September.

o) *St. inflexum* Bréb. Schwenningen ziemlich häufig. Mai bis September.

p) *St. vestitum* Ralfs. Breite 45 μ, Länge 40 μ. Schonach je und je. August und September 1902 und 1903.

q) *St. furcigerum* Bréb. Breite 44—48 μ, Länge 46—57 μ (mit Fortsätzen gemessen, ohne solche Breite 36—40 μ, Länge 38—48 μ); Zellen also bedeutend kleiner als gewöhnlich angegeben wird (Kirchner: 90 breit, 77—83 lang; Hansgirg 50—90 breit, 45—83 lang). Im Schwenninger Moor (Moosweiher und Moorgräben) häufig, oft in Teilung gesehen. Juli 1905. In den kleinen Maßen Moorform.

r) *St. dejectum* Bréb. Schwenningen und Schonach häufig. August und September 1902 und 1903.

s) *St. bifidum* Bréb. Ohne Stacheln gemessen: Breite 20 μ, Länge 24 μ; andere Exemplare mit solchen: Breite 32 μ, Länge 36 μ. Wolfbauernmoor sehr häufig. Juli bis September 1903 und 1905.

t) *St. furcatum* Bréb. Breite 30—40 μ, Länge 28—32 μ. Schonach sehr häufig, ebenso im Veenhuser Moor (hier ohne Stacheln gemessen: Breite 25 μ, Länge 24 μ). August und September 1903 und 1905. Teilweise Moorform.

u) *St. teliferum* Ralfs. Breite 50 μ. Schonach je und je.

II. Familie. Zygnemaceae.

Hauptvegetationszeit ist der Frühling.

1. *Spirogyra* Linck (einschließlich *Sirogonium* Kütz.).

a) *Sp. porticalis* Cleve. Vegetative Zellen 40 μ dick, Chlorophyllband mit 4½ Umläufen. Dürrheimer Moor, Neckarquelle, im Schwenninger Moor nur an den Rändern. Nicht selten. März bis September.

b) *Sp. affinis* Petit. Vegetative Zellen 11—12 μ dick. Konjugation seitlich. Schwenningen nicht selten. März bis September.

c) *Sp. gracilis* Kütz. Zellen 16—20 μ dick, 80—90 μ lang. Konjugation seitlich. Zygospore (gefunden August 1903) 24 μ dick, 88 μ lang. Schwenningen je und je. April bis September.

d) *Sp. communis* Kütz. Vegetative Zellen 20—27 μ dick. Chlorophyllband sehr breit, mit 4—6 Umläufen. Konjugation leiterförmig. Zygospore (gefunden im Moosweiher Juli 1905) 20 μ dick, 44 μ lang; fruktifizierende Zellen etwas angeschwollen, also var. *mirabilis* Kirchn. Schwenningen häufig, Schonach je und je, besonders im Weiher beim Wolfbauernhof. April bis September.

e) *Sp. longata* Kütz. Chlorophyllband nicht so breit. Mit *Mougeotia parvula* häufig im Schwenninger Moor und zwar an Stichen, wo Wasser herabrinnt, auch in den Schonacher Hochmooren. April bis September.

f) *Sp. quinina* Kütz. Schwenningen je und je. August und Sept. 1903.

g) *Sp. decimina* Kützg. Vegetative Zellen 35—40 μ dick, etwa 80 μ lang. Konjugation leiterförmig; Zygospore (August 1902) oval, 40 μ dick, 80 μ lang. Schwenningen häufig. April bis September.

h) *Sp. rivularis* Rabenh. Vegetative Zellen 37—38 μ dick. Fruktifizierende Zellen angeschwollen; an einem Faden fand ich solche von 55 μ Dicke und 72 μ Länge, an einem andern oval-elliptische Zygosporen (August 1903) von 37 μ Dicke und 65 μ Länge. Dürrheimer Moor, Abzugsgraben.

i) *Sp. nitida* Linck. Schwenninger Moosweiher, nicht häufig. Mai bis September 1903.

k) *Sp. arthrospira* Näg. Vegetative Zellen 70 μ dick, 150—280 μ lang mit 8 sehr steil verlaufenden Chlorophyllbändern von $^1/_2$—$1^1/_2$ Umgängen. Zellkern schön sichtbar. Moosweiher August 1903 und Juli 1905.

l) *Sp. tenuissima* Kützg. Vegetative Zellen 8—13 μ dick, Chlorophyllband sehr breit (oft 7—8 μ). Zygosporen (Mai 1905 im Abzugsgraben des Erlensumpfs) 28 μ dick, 56 μ lang. Schwenninger Moorränder und Dürrheim häufig. April bis September.

m) *Sp. Weberi* Kützg. Vegetative Zellen bis 34 μ dick mit 1 Chlorophyllband von 1—9, in seltenen Fällen von 12—13 Umgängen (nach Kirchner nur 2—5). Schwenningen nicht selten; September 1903 in Konjugation gesehen.

n) *Sp.* (*Sirogonium*) *stictica*. Wittr. Vegetative Zellen 60—72 μ dick, 200 und mehr lang, die kopulierenden Zellen kürzer. Zellkern schön sichtbar. Schwenningen selten. August und September 1903; Mai 1905 im Moosweiher.

2. *Mougeotia* Wittr. Querwände linsenförmig (bei *Mougeotia parvula* in der Jugend auch gerade gesehen).

a) *M. nummuloides* Hass. Vegetative Zellen gewöhnlich 8—12 μ, aber auch 15—17 μ, in seltenen Fällen 20 μ dick, 80 bis über 200 μ lang, an den Scheidewänden schwach eingeschnürt, mit vielen (in einer Zelle zählte ich sogar 14) Pyrenoiden. Zygoten (gefunden April 1905 im Moosweiher) breitoval mit gelbbrauner Mittelhaut, gewöhnlich 23—24 μ dick, 28 μ lang, aber auch 30—34 μ dick, bis 36 μ lang. Schwenningen (Moosweiher und Kugelmoos) und Schonach (besonders im Blindenseemor) ziemlich häufig. August 1903; April bis Mai und Juli 1905. Vorwiegend Moorform.

b) *M. parvula* Hass. Vegetative Zellen 6—10 (meist 8—10) μ dick. 50—80, oft 100—130 μ lang. Schwenningen und Schonach häufig.

Einst fand ich einen Faden mit einer in der Mitte bauchig aufgetriebenen Zelle. Das Chlorophyll war nicht bandförmig, sondern in Körnern um einen dunklen Kern in der Mitte der Zelle gruppiert. Wohl eine Cyste von *Pseudospora parasitica* Cienk., die ich allerdings weder im *Nuclearia*- noch im Flagellaten-Zustand gesehen habe, die aber jedenfalls im Moor (zumal in Spirogyrazellen) nicht selten auftritt.

c) *M. genuflexa* Ag. Wirkliche Konjugation selten; nur einigemale habe ich sie beobachtet. Vegetative Zellen 26—28 μ dick. Sehr häufig, oft massenhaft im Schwenninger Moor, besonders im Moosweiher. März bis September.

d) *M. laetevirens* Wittr. Vegetative Zellen 17—28 μ dick, 110 und mehr lang. Konjugation (wie bei voriger knieförmig) im April oft gesehen, einmal auch noch anfangs September. Die Konjugationsfortsätze der beiden Zellen sind gleich oder ungleich. Öfter gefunden im Moosweiher, Kugelmoos, in der Neckarquelle, auch in den Schonacher Mooren. März bis September. Sonst selten!

e) *M. viridis* Wittr. Vegetative Zellen 5—10 μ dick (Hansgirg: 6—8 μ), 24—44 μ lang, gewöhnlich mit 2 (selten 1) Pyrenoiden. Zarte, schöne Alge. Schwenningen öfter gefunden, besonders in Torfgräben; Schonach nicht häufig. April bis September. Moorform.

13. April 1903 und 27. April 1905 fand ich im Moosweiher Zygoten, 20—22 μ lang, 18—20 μ breit. Sie sind viereckig, an den Ecken ausgezogen und sitzen vier vegetativen Zellen an.

3. *Mougeotiopsis* E. Palla. Ähnlich *Mougeotia*, aber Zellen ohne Pyrenoid, Querwände gerade.

M. calospora E. Palla. Chromatophor eine dicke Platte mit zackigen Rändern; dieselbe dreht sich wie bei *Mougeotia*, so daß man sie fast stets nur von der Breitseite sieht. Je und je in Stichen des Schwenninger Moors, gefunden Juni 1903 (leider Maße vergessen). Wohl Moorform!

4. *Zygnema* Kützg. a) *Z. cruciatum* Ag. Zellen 40—45 μ dick. Neckarquelle und Moosweiher, auch sonst an den Rändern des Schwenninger Moors häufig. März bis September.

b) *Z. stellinum* Ag. Zellen 16 μ dick. Schwenningen sehr verbreitet, Schonach weniger. März bis September.

c) *Z. pectinatum* Ag. Schwenningen Juni 1903. Zellen 16 μ dick.

5. *Zygogonium* de Bary. *Z. ericetorum* Kirchner. Zellen 20—24 μ dick, 36—80 μ lang. Die zwei sternförmigen Chromatophoren fließen oft zusammen. Schwenningen nicht selten in den Weihern, aber auch im Stich, ebenfalls Schonach. Vorwiegend Moorform. März bis September.

Auf feuchtem Torfboden des Schwenninger Moors var. *terrestre* Kirchner nicht selten.

III. Klasse. Bacillariales.

Ordnung **Bacillariaceae** oder **Diatomaceae. Diatomeen, Kieselalgen.**

Leider war es mir aus Mangel an Zeit nicht möglich, den oft nur mit Hilfe der stärksten Vergrößerungen unterscheidbaren Arten einiger Gattungen genügende Aufmerksamkeit zu widmen, so daß folgende Darstellung kein vollständiges Bild ihres Vorkommens auf den betreffenden Mooren abgibt.

Übrigens sind die Diatomeen im Schwenninger Moor, wenigstens in bezug auf Individuenzahl, bei weitem nicht so stark vertreten wie die Desmidiaceen, was vielleicht mit dem geringeren Gehalt seines Wassers an Kieselsäure zusammenhängt. Am reichhaltigsten an Kieselalgen sind die Gewässer der Ränder, zumal die kalk- und eisenhaltigen beim Zollhaus. Wiederholt wurde in dieser Beziehung der Eisenhydroxyd führende Abzugsgraben des Erlensumpfes erwähnt. Entschieden zahlreicher treten die Diatomeen im Dürrheimer Flachmoor (arm an Desmidiaceen), sowie in den Hochmooren des Granitgebiets im Schwarzwald auf, hier jedoch weniger in der Mitte, dem Gebiet der mächtigsten Torfablagerung, als vielmehr in den randlichen Partien mit mineralischem Untergrund, besonders im Weiher beim Wolfbauernhof. Die Hauptvegetationszeit der Kieselalgen ist der Vorfrühling, die Zeit nach der Schneeschmelze. Auxosporenbildung habe ich nie beobachten können. Eigentliche Moorformen gibt es in dieser Familie nicht.

I. Familie. Coscinodiscaceae.

Melosira Ag. *M. varians* Ag. Zellen 24 μ dick. Ketten ähnlich den Fäden von *Conferva bombycina*. Schwenningen nicht häufig. August 1902.

II. Familie. Tabellariaceae.

Tabellaria Ehrbg. a) *T. flocculosa* Kützg. Zellen 22—35 μ lang. Schwenningen und Schonach sehr häufig. März bis September.

Var. *ventricosa* Grun. Moosweiher Juli 1905.

b) *T. fenestrata* Kützg. Schwenningen seltener, mehrmals im Moosweiher Juli und August 1903 und 1905; ein Exemplar hatte Zellen von 28 μ Länge.

Var. *asterionelloides* Grun. Gefunden 1. Mai 1905 im Weiher beim Wolfbauernhof, Zellen sternförmig verbunden, 36 μ lang. Interessante Planktonalge.

(Nach Schröter in der wärmeren Jahreszeit, zwischen Juni und Septbr., zu Sternen und Spiralen, in der kälteren Jahreszeit zu Ketten vereinigt.

III. Familie. Meridionaceae.

Meridion Ag. *M. circulare* Ag. Abzugsgraben des Erlensumpfes beim Zollhaus sehr häufig März bis Mai, Juni bis September sehr selten, in der Regel gar nicht mehr vorhanden.

IV. Familie. Diatomaceae.

Diatoma DC. a) *D. tenue* Grun. var. *elongatum* Grun. Zellen 24 μ lang. Schwenningen je und je. März bis September.

b) *D. vulgare* Bory var. *breve* Grun. Zellen 48 μ lang, 12 μ breit. Wolfbauernmoor Juli 1905.

V. Familie. Fragilariaceae.

1. *Fragilaria* Lyngb. a) *F. virescens* Ralfs. Schwenningen und Schonach häufig. März bis September.

b) *F. capucina* Desmar. Zellen 35—40 μ lang. Schwenningen nicht selten. März bis September.

2. *Synedra* Ehrbg. a) *S. lunaris* Ehrbg. (Migula rechnet diese Art zur Gattung *Eunotia*.) Länge 48—108 μ, Breite 4—5 μ. Schwenningen sehr häufig, oft massenhaft an Algen, Moosen und *Utricularia*, gewöhnlich einzeln, zuweilen auch in strahligen Büscheln. März bis September.

Var. *bilunaris*. Zellen doppelt gebogen. August 1903 Schwenningen im Stich.

b) *S. ulna* Ehrbg. Länge 70—210 μ. Sehr häufig im Dürrheimer Moor, im Schwenninger nur in den Gewässern des Flachmoors. März bis September.

Sehr veränderlich. Im Schwenninger Moor fand ich nicht selten var. *amphirhynchus* J. Brun, Länge 240 μ; ebenso var. *oxyrhynchus* Kütz. Länge 100 μ. Schwenningen und Dürrheim häufig, einmal in strahlenförmiger Kolonie an einer Blase von *Utricularia vulgaris*. März bis September.

c) *S. radians* Kütz. Zellen meist in strahligen Büscheln und Scheiben. Schwenningen an Fadenalgen häufig. März bis September.

d) *S. capitata* (Ehrbg.). Länge bis 348 μ (Kirchner und Eyferth geben nur 220 μ an, Migula 200—500 μ). Dürrheim sehr häufig. September 1908.

VI. Familie. Eunotiaceae.

1. *Ceratoneis* Ehrbg. *C. arcus* Kütz. Länge 40 μ. Sümpfe beim Zollhaus. April 1903. (Nach Migula gern in Gebirgsbächen.)

2. *Eunotia* Ehrbg. a) *E. arcus* Rabenh. Länge 60 μ, Breite in Schalenansicht kaum 4 μ. Liebt kalkhaltiges Wasser. Dürrheim häufig, August 1901, ferner im Abzugsgraben des Erlensumpfs beim Zollhaus und in der Neckarquelle, April 1903.

b) *E. tridentula* Smith. Länge 16 μ. Schwenningen August 1901. (Nach Migula im Gebirge.)

c) *E. robusta* Ralfs. var. *pentaodon* Ehrbg. Rücken mit 5 Buckeln. Juli 1905 Schlenke des Wolfbauernmoors.

3. *Rhoicosphenia* Grun. *Rh. curvata* Grun. Schwenningen je und je. März bis September.

VII. Familie. Achnanthaceae.

Cocconeis Ehrbg. *C. pediculus* Ehrbg. und *C. placentula* Ehrbg. im Dürrheimer Moor sehr häufig an *Cladophora fracta*, oft die Fäden ganz bedeckend. März bis September.

VIII. Familie. Naviculaceae.

1. *Navicula* Bory. Nicht selten begegnen uns zwei mit den Schalenseiten zusammenhängende Individuen; die Gürtelansicht zeigt, daß sie aus Teilung hervorgegangen sind. Sämtliche Arten von März bis September.

a) *N. Brébissoni* Kütz. Länge 60 μ. Schwenningen häufig.

b) *N. mesolepta* (W. Smith). Länge 56—72 μ. Schwenningen häufig, auch im Abfluß des Wolfbauernmoors.

c) *N. viridis* (W. Smith). Schwenningen und Schonach häufig, besonders in nassem *Sphagnum*.

d) *N. major* (W. Smith). Länge 95—170 μ, also bedeutend kleiner als sonst (Migula: 200—300 μ). Schwenningen häufig, auch Weiher beim Wolfbauernhof.

e) *N. nobilis* (Ehrbg.). Länge 120—370 μ. Vorkommen ebenso.

f) *N. oblonga* Kützg. Schwenningen je und je.

g) *N. cryptocephala* Kützg. Variiert stark. Schwenningen je und je gefunden: var. *lanceolata* Grun. und var. *minor* Grun.

h) *N. rhynchocephala* Kützg. Länge 60 μ. Schwenningen je und je.

i) *N. affinis* Ehrbg. var. *amphirhynchus* Grun. Länge 48—100 μ. Schwenningen und Schonach sehr häufig.

k) *N. anceps* (Ehrbg.). Länge 35—70 μ. Schwenningen ziemlich häufig.

l) *N. phoenicenteron* (Nitzsch). Länge 96—144 μ. Schwenningen und Schonach häufig.

m) *N. acuta* (Smith). Länge 96 μ. Nicht häufig; 1903 im Moosweiher.

n) *N. amphilepta* Ehrbg. Länge 140 μ. Weiher beim Wolfbauernhof.

2. *Vanheurckia* Bréb. *V. vulgaris* H. v. Heurck. Länge 40—50 μ, Breite 9—10 μ. August und September 1902 und 1903 fand ich viele Exemplare in unverzweigten Gallertröhren. Schonach.

3. *Pleurosigma* W. Smith. *P. attenuatum* W. Smith = *Gyrosigma attenuatum* Rabenh. Länge 192 μ. Schwenningen nicht häufig, vereinzelt. August 1901. Lebt im Süß- und im Salzwasser.

IX. Familie. Gomphonemaceae.

Gomphonema Ag. März bis September. a) *G. capitatum* Ehrbg. Länge 36—56 μ, Breite 8 μ. Schwenningen und Schonach häufig.

b) *G. tenellum* W. Smith. Länge 35 μ. Schwenningen und Schonach nicht selten.

c) *G. constrictum* Ehrbg. Länge 32—40 μ. Dürrheim und Schwenningen häufig an *Cladophora, Oedogonium* und *Utricularia*.

d) *G. intricatum* Kützg. Länge 48—60 μ, Breite 6 μ. Schwenningen häufig, besonders auf *Utricularia minor*.

e) *G. vulgare* Kützg. Jung (seßhaft) auf *Utricularia* in Schwenningen Juni 1903; August 1903 freilebend in Dürrheim, Länge hier 50 μ.

X. Familie. Cymbellaceae.

1. *Cymbella* Ag. März bis September. a) *C. cistula* Kirchn. Länge 44 μ. Schwenningen häufig.

b) *C. lanceolata* Kirchn. Schwenningen häufig.

c) *C. gastroides* Kützg. Länge 115—220 μ. In allen drei Mooren sehr häufig. — Zwei aus Teilung entstandene Individuen von 176 μ Länge und 36 μ Breite sah ich noch in einer Gallerthülle.

d) *C. prostrata* Ralfs. Schwenningen je und je.

e) *C. caespitosa* Schütt. Schwenningen selten.

f) *C. (Encyonema) lacustris* Cl. Zellen in Gallertschläuchen. August 1903 und 1905 im Schwenninger und im Blindenseemoor.

2. *Epithemia* Bréb. März bis September. a) *E. turgida* Kützg. Länge 80 μ, Breite 16 μ. Schwenningen und Dürrheim. Sitzt wie eine Raupe auf *Cladophora* und andern Fadenalgen, besonders häufig, aber auf *Utricularia vulgaris*, namentlich auf den Blasen.

b) *E. sorex* Kützg. Länge 80 μ. Schwenningen und Dürrheim häufig auf Fadenalgen.

c) *E. zebra* Kützg. Länge 80 μ. Ebenso.

d) *E. argus* Ehrbg. Länge 40—90 μ. Schwenningen und Dürrheim je und je.

3. *Rhopalodia* O. Müller. März bis September.

a) *Rh. gibba* O. M. Länge 150—250 μ. Schalen auf der Bauchseite gerade, selten mit mittlerer Anschwellung auf der Rückenseite in der Mitte, gewöhnlich auch an den Enden, je und je auch noch dazwischen angeschwollen. Zuweilen trifft man abnorme Exemplare, die statt der wellenförmigen Erhöhungen auf dem Rücken Einschnürungen tragen, oder eine Hälfte zeigt Erhöhungen, die andere Einschnürungen. — In allen drei Mooren häufig.

b) *Rh. ventricosa* O. Müller. Länge 76—80 μ. Schwenningen und Dürrheim je und je. August 1903.

XI. Familie. Nitzschiaceae.

Nitzschia Hass. a) *N. sigmoidea* W. Smith. Länge 300—340 μ. Schwenningen häufig. März bis September. Auch im Abfluß des Wolfbauernmoors gefunden. Juli 1905.

b) *N. sigma* W. Smith. Länge 40 μ, Breite 4 μ. Schwenningen seltener März bis September.

XII. Familie. Surirellaceae.

1. *Cymatopleura* W. Sm. *C. solea* W. Sm. Länge 84—250 μ. Liebt nährstoffreiches (kalkhaltiges) Wasser. Nur gefunden im Abfluß des Erlensumpfes und in der Quelle einer moorigen Wiese beim Dickenhardt. August 1902 und April 1905.

2. *Surirella* Turp. a) *S. ovata* Kützg. var. *ovalis* Kirchn. Länge 80—90 μ. Abfluß des Wolfbauernmoors. September 1902.

b) *S. biseriata* (Bréb.). Länge 168—210 μ. Abfluß des Wolfbauernmoors April und Juli 1905.

c) *S. splendida* Kützg. Länge 140 μ, Breite 36 μ. Schwenningen, Moosweiher. April 1905.

IV. Klasse. Peridinales. Dinoflagellaten, Peridineen.

Wegen der Cellulosemembran neuerdings den Algen zugezählt, sonst zu den *Mastigophoren* gerechnet.

1. *Hemidinium* Stein. *H. nasutum* St. Länge gegen 25 μ. Schwenningen und Schonach häufig, auch in den ostfriesischen Mooren. April bis Sept.

2. *Gymnodinium* St. a) *G. palustre* Schilling. Länge 34 μ, Breite 20 μ. Schwenningen, Moosweiher ziemlich häufig. April bis September.

b) *G. pulvisculus* Klebs. Länge 52 μ, Breite 48 μ. Schwenningen, periodischer Tümpel. Mai 1905.

c) *G. fuscum* St. Länge 75—80 μ. Schwenningen je und je. April bis September.

3. *Glenodinium* Ehrbg. a) *G. cinctum* Ehrbg. In allen drei Mooren sehr häufig, oft massenhaft. April bis September.

b) *G. uliginosum* Schillg. Länge 36 μ, Breite 30 μ. Schwenningen und Schonach sehr häufig. April bis September. Moorform!

4. *Ceratium* Schrank. Diese Gattung enthält ausgesprochene Planktonalgen; die hohlen Fortsätze sind Schwebevorrichtungen. Entschiedene Beweise für die Seenatur der Gewässer, in denen sie vorkommen.

C. tetraceros Schrank. Gewöhnlich mit 3 Hörnern gefunden. Länge 116—130 μ, Breite 60—76 μ. Schwenninger Moosweiher und Weiherwiesen häufig. April bis September. — Relikt aus dem einstigen großen Moorsee, also sicherer Beweis für den aquatischen Ursprung des Schwenninger Moors!

5. *Peridinium* Ehrbg. Auch die Arten dieser zu den Planktonalgen gehörigen Gattung, zumal die größeren, insbesondere *Peridinium tabulatum*, gelten als Beweise für die Seenatur der betreffenden Gewässer, im Moor sonach als solche für die Entstehung desselben aus einem einstigen See. Jedoch ist ihr Zeugnis nicht in allen Fällen untrüglich, wie die folgenden Angaben über ihr Vorkommen, z. B. im Abfluß des Wolfbauernmoors, zeigen. Es kommt hier das Verschleppen dieser Algen durch Wasservögel in Betracht.

a) *P. tabulatum* Ehrbg. Länge 46—56 μ, ja sogar bis 60 und 64 μ, Breite fast ebenso. (Blochmann gibt 50 μ Länge, Eyferth 48 μ Länge, 43 μ Breite an.) Schwenningen sehr häufig, besonders im Moosweiher und den Weiherwiesen. Ebenso Dürrheimer Moor. Schonach: Abfluß des Wolfbauernmoors und Weiher desselben! März bis September.

b) *P. cinctum* Ehrbg. Häufig unter voriger Art (an denselben Orten mit Ausnahme von Schonach gefunden). Länge 44—52 μ, Breite 44—48 μ. März bis September.

c) *P. bipes* St. Länge 60 μ, Breite 52 μ. Schwenningen und Dürrheim häufig. März bis September.

d) *P. umbonatum* St. Länge 80 μ, Breite 26 μ. Bewegt sich kreisend. Schwenningen und Dürrheim sehr häufig. März bis September.

V. Klasse. Characeae, Armleuchtergewächse.

Chara A. Br. a) *Ch. fragilis* Desv. Stengelrinde mit je 2 Nebenreihen zwischen den Hauptreihen. Blattquirle meist 7—8zählig. Im großen Moosweiher, den Weiherwiesen und einigen Gewässern an der Dürrheimer Grenze. März bis September.

b) *Ch. hispida* L. Stengelrinde mit je 1 Nebenreihe zwischen den Hauptreihen. Rindenzellen mit zahlreichen, meist in Büscheln stehenden Stacheln besetzt. Blattquirle meist 10zählig. Von kräftigerem Wuchs als die ähnliche *Ch. foetida*. — Fehlt auf Schwenninger Markung vollständig, kommt an der Dürrheimer Grenze neben voriger Art, auf Dürrheimer Moor ausschließlich vor, also nur in kalkreichen Gewässern. Einmal fand ich ein junges Pflänzchen auf dem Gehäuse einer alten *Limnaea stagnalis*. März bis September.

Gattung *Nitella* fehlt!

VI. Klasse. Rhodophyceae, Rotalgen.

1. *Batrachospermum* Roth. *B. vagum* Ag. Prächtige Alge mit oft über 10 cm langem, rasenartig verzweigtem, schön spangrünem Thallus. Zellen bis über 40 μ lang, 6 μ breit, Endhaare bis 120 μ lang. Schwenningen in beiden Moosweihern, jedoch sehr selten; ich fand hier nie größere Rasen, sondern nur einzelne Äste. Ungemein häufig dagegen im Blindensee bei Schonach, besonders am Südufer, meist angewachsen an Holz- und andern Pflanzenstücken, vor allem an in den See gefallenen Ästen und Zweigen von *Pinus montana uncinata*. Beim Durchziehen des Netzes werden viele Rasen aufgewirbelt, während man im stillen Wasser gewöhnlich kaum Spuren der schönen Alge sieht. Sie gehört also zu den Grundalgen; einige Zeit stärkerem Licht ausgesetzt, verliert sie ihr schöne spangrüne Farbe und erblaßt. Die Rasen enthielten stets verschiedene Arten von *Navicula*, also Grunddiatomeen, desgleichen oft in Menge *Penium spirostriolatum*. Es ist bekannt, daß die Desmidiaceen, zu welchen letztere gehört, mehr oder weniger empfindlich sind gegen starke Beleuchtung. Wie mir scheint, ist unter ihnen die zuletzt genannte Art am meisten auf gedämpftes Licht abgetönt. Ich fand wenigstens das Chlorophyll der schönen Alge mehr oder weniger zerstört, wenn ich sie in Gläsern stärkerem Licht aussetzte; bei zu starker Sonnenbestrahlung blieben mir nur leere Zellhäute zurück, die freilich zu gewissen Untersuchungen zweckdienlicher waren als lebende Pflanzen.

Batrachospermum vagum traf ich ebenfalls häufig in Ostfriesland im Veenhuser Moor, hier auch in seichteren Gewässern, wie in Moorgräben; allein an diesen Orten war sie nie so schön spangrün gefärbt wie im geheimnisvollen Dunkel des Schonacher Blindensees. — Ausgesprochene Moorform! April bis September.

Trichogyn und Antheridien beobachtete ich häufig, so Ende August 1902. Am Anfang des Thallus sah ich öfter rhizinen-

artige, unregelmäßig verzweigte Fäden, die *Chantransia-* oder Jugendform der Alge.

2. *Glaucocystis* Itzigsohn. *G. nostochinearum* Itz. Zellen 28 μ lang, 16 μ breit. In feuchtem oder untergetauchtem *Sphagnum*; Schwenningen und Schonach, jedoch selten. August und September 1902. Moorform.

3. *Asterothrix* Kützg. *A. tripus* A. Br. Länge 40 μ, Dicke 1—3 μ. Bläulichgrün. Mehrmals zwischen Algen im Schwenninger Moor gefunden. April bis August 1902.

XI. Tierwelt der beschriebenen Moore.

Bei der beschränkten Zeit war es mir unmöglich, die gesamte Tierwelt des Moores hereinzuziehen. Vor allem ließ ich es mir angelegen sein, die Mikrofauna zusammenzustellen, was bei der großen Zahl der Formen natürlich auch nicht lückenlos geschehen konnte. Die höhere Tierwelt konnte ich nur in ihren Hauptzügen berücksichtigen.

A. Die Jahreszeiten im Moor.

In auffallender Weise macht sich im Frühling die Vogelwelt bemerklich. Im März und April, sogar bis in den Mai und Anfang Juni hinein hören wir beim Begehen des Torfmoors das Geschrei des Kibitzes (*Vanellus cristatus*) und sehen denselben ganz nahe an uns vorbeifliegen. Nicht selten findet man auch Eier und Junge im Moor. Je und je tönt das metallene Meckern der gemeinen Bekassine, Himmelsziege oder Habergeiß (*Gallinago media* Gray), welche wie der Kibitz ihren Frühlings- und Herbstaufenthalt auf dem Moor nimmt, in unser Ohr, und beim Aufschauen sehen wir das Männchen in der Luft kreisen und seine Flugkünste zeigen. Ich vernahm diese seltsame Instrumentalmusik um die Oster- und Pfingstzeit 1902 fast täglich auf dem Moor. Man ist förmlich überrascht von derselben, wenn sie, die hier jetzt herrschende Stille unterbrechend, geisterhaft ins Ohr dringt, ohne daß man den Musikanten selbst sofort mit dem Auge entdecken kann, zumal, wie ich mehrmals erlebte, bei starkem Schneegestöber. Fast eine Stunde lang zog einst ein Männchen seine Kreise über mir in der Luft, immer wieder plötzlich sich senkend und dann allmählich sich erhebend. Das Fallen wird bewirkt durch rasches Anziehen der Flügel; hiebei spreizt das Tier die Schwanzfedern und bringt durch Vibration derselben und zuckende Bewegungen der Flügel den eigentümlich meckernden Ton hervor. Diese Flug- und Musikkünste sind bekanntlich Liebeswerbungen dem Weibchen gegenüber, das unten im Moor sich versteckt hält, aber den Gegenstand seiner Liebe mit aufmerksamem Auge verfolgt. Vernimmt dieser die Antwort des Weibchens auf seine Werbung, so fällt er mit angezogenen Flügeln wie ein Stein zu demselben herab. Näheres hierüber in Brehm's Tierleben u. a. Schriften. Im Jahre 1903 beobachtete ich die Bekassine vom April bis Ende Juni; am 3. Juni hörte ich noch das Meckern eines Männchens, freilich schwächer als früher, so daß ich Grund zur Vermutung habe, auch dieser Vogel brüte zuweilen auf dem Schwenninger Moor.

Weniger auffallend ist das Gebaren der Moorschnepfe (*Gallinago gallinula* L.). Sie schwirrt oft plötzlich einzeln oder in Paaren auf, wenn wir dem Sumpfe uns nähern. Man erkennt den Vogel leicht an seinem niedrig gehenden Flug, der etwas Fledermausartiges hat, woher das Tierchen auch den Namen Maus- oder Fledermausschnepfe trägt. Etlichemale vernahm ich auch den starken Balzruf desselben: „tettettettettet" usf. etwa 4—6 Sekunden lang. Die Moorschnepfe brütet auf dem Moor und verbringt die ganze Sommerzeit auf demselben. In früheren Jahren wurde mir einmal im Juli ein halberwachsenes Exemplar gebracht; bei meinen Gängen im Sommer kam mir der Vogel auf dem Moor jedesmal zu Gesicht. — Zu den gefiederten Gästen, welche der erste Frühling dem Moore zuführt, gehört auch das grünfüßige Teich- oder Rohrhuhn (*Gallinula chloropus* Lath.). Besonders geeignete Plätze findet es in den teilweise mit Rohrkolben bestandenen, teilweise offenen Weihern beim Zollhaus und in den Schilfdickichten und freien Gewässern des Dürrheimer Moors.

In den Sümpfen ist das Tierleben längst erwacht. Der erste Frühling, auch wenn noch stärkerer Frost mit lauen Winden abwechselt, ist die günstigste Zeit, um seltenere Flagellaten (*Chlorodesmus hispida* Philipps, *Cyclonexis annularis* Stokes, *Hyalobryon ramosum* Lautkrb., *Uroglena volvox* Ehrbg.), gewisse, gewöhnlich nur zu dieser Zeit erscheinende Copepoden (z. B. *Cyclops viridis* Jurine und an ihn angewachsen *Chlorangium stentorinum* Stein, von den Zoologen zu den Flagellaten gerechnet) u. a. teilweise in Menge zu erbeuten. Wasserwanzen, unter ihnen nicht selten die abenteuerliche Stabwanze (*Ranatra linearis* L.), Wasserkäfer und deren Larven, Ephemeriden- und Libellenlarven tummeln sich wie in anderen Gewässern schon lustig herum. Besonders bemerklich machen sich die Phryganidenlarven, unter ihnen die große von *Phryganea grandis* L. mit über 5 cm langem Gehäuse. Wie sonst überall regt sich auch hier das Leben der geschwänzten und ungeschwänzten Lurche. Die Froscheier sind nicht selten Fundstätten von allerlei mikroskopischen Algen, sogar von Flagellaten und Infusorien. In einem mit *Sphagnum* bewachsenen Tümpel fand ich anfangs April grüngefärbten Froschlaich. Bei mikroskopischer Untersuchung desselben löste sich der Farbstoff in folgende Algen auf: *Oscillatoria splendida* Grev., *O. leptotricha* Kütz., *Microthamnion Kützingianum* Näg. und *M. strictissimum* Rabenh., *Scenedesmus bijugatus* Kütz., *Stigeoclonium tenue* Kütz., *Closterium parvulum* Näg., vorherrschend aber *Protococcus infusionem* (Schrank), deren Zellen sich zuletzt rot färbten. Dazwischen wanden sich mühsam Euglenen und zweicilige Schwärmsporen von Algen (besonders von *Ulothrix*) hindurch, blieben aber oft stecken. Vom schwarzen Dotter strahlte ins Eiweiß hinaus eine Menge Fäden von *Stigeoclonium tenue*, und an freien Stellen bewegten sich lustig ganze Herden von bakterienfressenden Infusorien.

Auch an jungen Frosch- und Krötenlarven lassen sich Algenstudien machen. Einst benutzte ich eine solche, um den Blutumlauf im Schwanz zu zeigen; da begegnete mir das Mißgeschick, das Tierchen zu zerdrücken. Einer trüben Wolke gleich ergoß sich der Mageninhalt in den Wassertropfen. Als ich jedoch das Gesichtsfeld etwas aufhellte, erblickte ich allerlei einzellige Algen, die das Tierchen aufgeschnäbelt hatte: *Pediastrum, Scenedesmus, Eremosphaera, Gloeocystis, Closterium, Micrasterias, Euastrum, Staurastrum, Navicula* u. a. Diatomeen.

Merkwürdigerweise tritt auch die Infusorienwelt, und zwar sehr makroskopisch, im Frühlingsbild des Moors auf. *Ophrydium versatile* Ehrbg, eine mit Zoochlorellen in Symbiose lebende, bis 600 μ lange Vorticellidine, bildet haselnuß- bis faustgroße, hellgrüne, kugelförmige Gallertkolonien, die in Menge an Wasser- und Uferpflanzen befestigt oder freischwebend, zumal im Sonnenschein, aus dem bräunlichen Moorwasser hervorglänzen. Besonders schön und auffallend zeigt sich diese Erscheinung im kleineren Moosweiher, wo zugleich auch die ähnlichen Algenkolonien von *Schizochlamis gelatinosa* vorkommen, mehr noch in den auf der Dürrheimer Grenze liegenden, am meisten aber in den großen gegen die Weiherwiesen gelegenen Sümpfen in der Nähe des Zollhauses.

Im Sommer webt die Insektenwelt bunte Bilder in das Kleid des Moors. Wenn die Sonne sich im bräunlichen Wasser der Moosweiher spiegelt, tanzen Hunderte kleiner, schwarzglänzender Käfer in vielfach verschlungenen Kreisen und Spiralen auf ihrer Oberfläche — der gemeine Taumelkäfer (*Gyrinus natator* L.). Buntfarbigen Schmetterlingen gleich jagen in pfeilschnellem Fluge zahlreiche Libellenarten über den Wasserspiegel hin oder heften sich bei trübem Wetter an Wasserpflanzen fest. Von den stattlichen Aeschniden seien genannt: *Anax formosus* Linden, *Aeschna mixta* Latreille, *Ae. rufescens* Linden und *Ae. grandis* L., von den mittelgroßen Libelluliden: *Libellula quadrimaculata* L., *L. vulgata* L., *Cordulea metallica* Linden, *C. aenea* Linden; von den äußerst zierlichen Agrioniden: *Lestes sponsa* Hansem., ferner *L. virens* Charp., *Agrion pulchellum* Linden, *A. puella* L.

An sonnigen Tagen haben wir Gelegenheit, die interessanten Liebesspiele der Agrioniden, besonders der sehr häufigen verlobten Schlankjungfer, *Lestes sponsa*, zur Zeit der Paarung und Eiablage zu beobachten. Arm in Arm oder vielmehr mit der Haftzange den Thorax des Gespons umfassend, führt das Männchen sein Weibchen über die Wasserfläche und zu den Binsenhalmen und Rohrkolbenstengeln hin, an denen die Eier untergebracht werden. Weiteres hierüber s. Brehm's Tierleben u. a. O. Fast an jeder Binse (*Scirpus Tabernaemontani*) gewahren wir bei näherer Besichtigung senkrechte weißliche Punktreihen, welche sich von oben herab bis unter den Wasserspiegel verfolgen lassen. Dieselben bestehen aus Einschnitten, die das Weibchen mittels seines Legeapparats gemacht, je mit einem Ei versehen und mit dem nur teilweise abgelösten Rindenstückchen sorgfältig wieder zugedeckt hat.

Über die den Sumpf umsäumenden Gras- und Moosteppiche schwirren zahlreiche Wiesenmotten aus der Gattung *Crambus* Fabr. dahin. Auf der Oberfläche einiger Sümpfe sehen wir ein zierliches flaches, im Umriß ovales Futteral herumtreiben, im Wasser auch an Pflanzen langsam auf- und abkriechen. Es gehört einer der wenigen, als Larve und Puppe im Wasser lebenden Mottenarten, *Hydrocampa nymphaeata* L., an und ist aus Abschnitten von den Blättern des schwimmenden Laichkrauts (*Potamogeton natans* L.) verfertigt, an welchen wir deutlich die ausgeschnittenen Stellen sehen, ähnlich den kleineren, von der Blattschneiderbiene an den Laubblättern unserer Rosen verursachten Ausschnitten. Näheres hierüber s. Lampert, Das Leben der Binnengewässer. Verweilen wir an mondhellen Abenden länger auf dem Moor, so können wir beobachten, wie zahlreiche Eintagsfliegen den Gewässern, welche besonders an pflanzenreichen Stellen von ihren Larven wimmeln, entschweben, um ihr kurzes Dasein der Fortpflanzung zu widmen.

Auf sehr unangenehme Weise machen sich auf dem Moor im Sommer die Stechmücken (*Culex pipiens* L. und *C. annulatus* Fabr.) bemerklich. An den auf der Wasserscheide gelegenen Sümpfen wurde ich mehrmals von ganzen Schwärmen derselben verfolgt, und ein Zug des Netzes durchs Wasser genügt hier, um eine große Zahl der kopfhängenden Larven und dicken beweglichen Puppen dieser Quälgeister zu erbeuten. In ihrem Darmkanal sehen wir unter dem Mikroskop neben Tierresten auch allerlei kleine Algen; einmal fand ich darin fast ausschließlich Volvox.

Ergötzlicher ist das Studium der Wasserschnecken und Muscheln. Von jenen sind *Limnaea stagnalis* var. *turgida* Uke. und *L. peregra* Müller, *Planorbis marginatus* var. *submarginatus* und *P. contortus* im Schwenninger und Dürrheimer Moor in lebenden Exemplaren nicht selten, *Ancylus lacustris* L. dagegen ist nur im Dürrheimer Moor und auch hier spärlich zu finden. Die Gehäuse der Limnäen sind im Alter häufig mit den freudiggrünen Räschen der *Chaetophora*-Arten besetzt, während Schalen und Haut der Posthornschnecken meist reiche Ausbeute von einigen Vorticellidinen, zumal *Scyphidia limacina* Lachm., und Suctorien, besonders von *Podophrya fixa* Ehrbg., liefern. Im Schlamm der stehenden und fließenden Gewässer der Baarmoore, vorzugsweise des Schwenninger Zwischenmoors, in geringerem Maße des Dürrheimer Flachmoors, führen Tausende kleiner Muscheln ein verborgenes Stilleben: im Moosweiher und anderen Gewässern *Sphaerium corneum* L., *Calyculina lacustris* Müller, *Pisidium nitidum* Jenyns, im periodischen Tümpel und in Moorgräben *Pisidium obtusale* C. Pf., teilweise auch die vorige Art, in der mehrmals genannten Schlenke des Wolfbauernmoors die seltene *Pisidium ovatum* Clessin.

Das bisher geschilderte Tierleben des Moors, das im Sommer seinen Höhepunkt erreicht, läßt sich bis tief in den Herbst hinein verfolgen, wie es ja auch größtenteils schon zum Frühlingsbild desselben gehörte. Im Herbst macht sich noch einmal, wenn auch weniger auffallend, die Vogelwelt bemerklich. Kibitz und Bekassine sind auf ihrer Wanderung von Norden her eingetroffen, um auf dem Moor einen kurzen Aufenthalt zu nehmen, bevor sie samt der übersommernden Moorschnepfe weiter nach Süden reisen. Auch das Rohrhuhn verläßt seine Sümpfe und schließt sich den Scheidenden an. Die auf dem Moor vom Frühjahr bis in den Spätherbst häufige, namentlich auf den großen Weihern beim Zollhaus sich aufhaltende Wild- oder Stockente (*Anas boschas* L.) reist erst im Oktober und November ab; in ganz besonders milden Wintern verbleibt sie wohl auch in der Gegend. Im September und Oktober, wann die genannten Vögel uns verlassen, stellt sich nach einer Mitteilung des Herrn Apothekers Gaupp in Schwenningen, von den nordischen Tundren herkommend, auf dem Moor je und je die kleine Krikente (*Anas crecca*) ein, um hier zu überwintern.

Alle die genannten Wasservögel, dazu noch die im Sommer oft über die Torfgewässer hinfliegenden und darin sich badenden Schwalben und die flugbegabten Wasserinsekten sind, wie schon berührt wurde, für die Verbreitung und Mischung der Mikroflora und Mikrofauna in unsern Binnengewässern von großer Wichtigkeit, indem sie an ihren Körperteilen kleine Organismen im ausgebildeten Zustand oder als Eier, Cysten und Sporen, die zu dem Ende mit Schleim und Haftorganen versehen sind, mitnehmen und in andern Gewässern absetzen. — Einen noch leistungsfähigeren Motor auf dem Gebiet der Verbreitung der Kleinwesen stellt jedoch der Wind dar, indem er ganze Mengen derselben in

encystiertem Zustand von allmählich vertrocknenden Gewässern aufhebt und weiter befördert.

B. Mikrofauna des Moors.

I. Kreis: Protozoa, Urtiere.

I. Klasse. Rhizopoda, Wurzelfüßler.

a) Amoebaea, unbeschalte Wurzelfüßler.

1. *Gloidium* Sorokin. *G. quadrifidum* Sor. 14. September 1903 fand ich im Schwenninger Moor eine kugelförmige Amöbe von 24 μ Durchmesser mit deutlicher kontraktiler Vakuole und feinen Pseudopodien. Den Kern konnte ich ohne Färbemittel nicht sehen. Ob diese Art?

2. *Protamoeba* Haeckel. *P. primitiva* H. Form stets wechselnd. 1—6 kurze, abgerundete Pseudopodien. Durchmesser 35—50 μ. Wenn ich richtig bestimmt habe, kommt diese Art im Moosweiher je und je vor. August und September 1902 und 1903.

3. *Amoeba* Ehrbg. a) *A. proteus* Leidy. Größe 150—500 μ, aber auch nur 70—130 μ, je nach Alter und Ernährung. Im Moor meist kleiner als sonst! Häufig in Schwenningen und Schonach, auch in den ostfriesischen Mooren. April bis September.

September 1903 fand ich ein Exemplar von etwas über 100 μ Länge und anfangs kugeliger Gestalt mit zahlreichen spitzen Pseudopodien. Diese wurden größer, ungleich dick, später ganz eingezogen. Zuerst eine, später mehrere kleinere kontrakte Vakuolen sichtbar.

b) *A. verrucosa* Ehrbg. Länge 60—100 μ. Häufig in allen Mooren. April bis September.

4. *Dinamoeba* Leidy. *D. mirabilis* Leidy. Durchmesser 100—120 μ. Sehr schön. Selten zwischen Desmidiaceen. April bis September.

Mai 1902 sah ich eine Form ähnlich der Abbildung Leidy Plate VII. 2.

5. *Hyalodiscus* Hertw. und Lesser. a) *H. limax* (Duj.). Länge 32—100 μ. Breite 20—30 μ. Sehr häufig in allen Mooren. April bis September.

September 1902 begegnete mir ein seltsames Exemplar. Es zeigte im allgemeinen ganz die Form von *H. limax*, den hyalinen Saum, im Innern die lebhafte Körnchenströmung, kontraktile Vakuole und Kern im Hinterende und eine Länge von 50—72 μ. Vorn und hinten war es gewöhnlich abgerundet; allein beim Fließen bildeten sich vorn 1—2 fingerförmige, oft ziemlich spitze Fortsätze. Einmal entstanden bei stumpfem Vorderende auch an den Seiten zwei solche Pseudopodien. Ein ähnliches Individuum beobachtete ich im Mai 1903. Wahrscheinlich sind die Fortsätze irgend einer äußeren Einwirkung, wohl einem Lichtreiz zuzuschreiben.

b) *H. gattula* (Duj.). Länge 30—50 μ, meist etwa 40 μ. Nicht so häufig wie vorige Art. April bis September.

6. *Plakopus* F. E. Schulze. *P. ruber* Sch.? September 1903 fand ich im Schwenninger Moosweiher eine Amöbe von 115 μ Länge mit, wenn ich recht gesehen habe, mehreren kontraktilen Vakuolen. Sie breitete sich öfter schwimmhautartig aus; die Körnchen waren nicht so groß wie gewöhnlich bei *Hyalodiscus*, aber sehr zahlreich und meist glänzend. Mehrere Nahrungsvakuolen, in

einer derselben *Coleps hirtus*. Das Tier war indessen nicht rot sondern farblos. Ob wirklich zu *Plakopus* gehörig?!

7. *Dactylosphaera* Hertw. und Lesser. *D. radiosa* H. u. L. Durchm. etwa 100 μ, aber auch nur 16—56 μ (Eyferth gibt bloß bis 20 μ an). Nur einmal sah ich Exemplare mit je einem geißelnden Pseudopodium. In einem von mir beobachteten Falle wurde zum Zweck der Fortbewegung nur ein Teil der fein zugespitzten Pseudopodien eingezogen und durch bruchsackartige ersetzt. Häufig in allen, auch den ostfriesischen Mooren. April bis September.

8. *Pelomyxa* Greeff. a) *P. palustris* Gr. Durchm. meist unter 1 mm, also kleiner, als gewöhnlich angegeben wird. Nicht selten in allen Mooren. April bis September.

b) *P. villosa* Leidy. Länge 270—360 μ bei 50—70 μ Breite. Im Schwenninger Moosweiher mehrmals gefunden, besonders Juni und September 1903, einmal mit großen Arten von *Navicula* und *Synechococcus major* im Leibe.

b) Testaceae, beschalte Wurzelfüßler.

1. Familie: Arcellina.

1. *Arcella* Ehrbg. Sehr oft findet man im Wasser und in nassem Moos braune, leere Gehäuse, gar häufig aber auch lebende Tiere, nicht selten Schalen mit kugeligen Cysten. Öfter fand ich das Tier ohne oder mit sehr zartem Gehäuse. Im ersteren Fall zeigte das Plasma keine Pseudopodien und keine Bewegung. Die zuweilen neben dem nackten Tiere liegende alte Schale löste das Rätsel dieser Erscheinung. Die Amöbe hatte ihre Schale verlassen und schickte sich zur Teilung oder Knospung an. Nach erfolgtem Vermehrungsvorgang umgaben sich die jungen Sprößlinge mit einer Schale, die anfangs kaum sichtbar war; sie zeigten Bewegungen im Plasma und bildeten Pseudopodien. S. Leidy, Plate XXVIII.

In leeren Schalen traf ich oft allerlei Algen, besonders häufig *Oscillatorien*, spiralig aufgerollt (vergl. das oben bei *Oscillatoria tenuis* Mitgeteilte) und zuweilen sich bewegend, ferner Arten von *Navicula, Scenedesmus,* allerlei Schwärmsporen usw.

a) *A. vulgaris* Ehrbg. Gestalt der Schale wechselnd: gewöhnlich regelmäßig uhrglasförmig, aber auch oft im Grundriß einem 8—12eckigen Stern ähnlich mit Eindrücken wie bei gewissen Tortenformen (im Veenhuser Moor traf ich diese „Tortenform" häufiger als die Stammform); eine Schale fand ich sogar verschoben würfelförmig. S. Leidy Plate XXVII und XXVIII. Durchmesser 56—100 μ, Höhe 60—80 μ. In allen Mooren sehr häufig. März bis September.

b) *A. dentata* Ehrbg. Durchmesser etwa 120 μ. An einem Exemplar zählte ich 10 Zähne. Nicht selten, besonders im Schwenninger Moor gefunden. März bis September.

c) *A. mitrata* Leidy. Oft auch polyedrisch wie *A. vulgaris*. Je und je. Moorform. März bis September.

d) *A. artocrea* Leydi. Durchmesser 64 μ, Höhe 40 μ. Seltener. März bis September.

e) *A. discoides* Ehrbg. Durchmesser der Schale 76 μ, der Mündung 24 μ. Seltener. Mai bis September.

Die Schale eines im April 1903 in den Weiherwiesen gefundenen Riesenexemplars war nicht kreisrund, sondern oval mit sehr großer Mündung. Durchmesser der Schale 328 : 248 μ, der Öffnung 184 : 164 μ; Höhe sehr gering.

2. *Hyalosphenia* Stein. a) *H. papilio* Leidy. Stets mit Zoochlorellen gefunden. Länge 106—130 μ, Breite hinten 68—75 μ, vorn 40 μ, Dicke 32—36 μ. Schwenningen und Schonach nicht selten. März bis September. Moorform. — Im April 1903 und 1905 fand ich je und je in der Schale encystierte, zu gleicher Zeit aber auch schon sich bewegende Tiere.

b) *H. cuneata* Stein = *H. lata* E. F. Schulze. Länge 70—80 μ, Breite 48—60 μ, Dicke 20—25 μ. Schwenningen und Schonach nicht selten. August 1905 im Veenhuser Moor in encystiertem Zustand, Körper kugelförmig, rötlich gefärbt. April bis September. Moorform.

c) *H. elegans* Leidy. Länge 80—93 μ, Breite 40—44 μ, Dicke 26 μ. April bis August, aber besonders häufig im Frühling; 29. April 1905 im Blindensee noch encystiert. Schwenningen und Schonach häufig, besonders auch in *Sphagnum*.

April 1903 fand ich ein Exemplar von der Form 23 in Leidy, Plate XX.

3. *Difflugia* Leclerc. a) *D. globulosa* Duj. Als Baustoff sah ich meist Diatomeenschalen, seltener Quarzsand (einmal sehr fein zusammengefügt) oder beides. Die Größenverhältnisse fand ich viel bedeutender als nach Blochmann, entsprechend Eyferth. Länge 44—175 μ, Dicke 40—106 μ. Sehr häufig in allen Mooren. März bis September.

b) *D. pyriformis* Perty. Schale meist aus Quarzkörnern, dann mitunter durchsichtig, im Alter schwarz, seltener aus Diatomeenschalen (vorherrschend *Navicula*) oder aus beiden aufgebaut. August 1903 dem Stichgraben des Kugelmooses entnommene Exemplare zeigten Gehäuse von Sandkörnern, zwischen welchen an der Mündung die roten Makrozoosporen von *Sphaerella pluvialis* hervorstachen; eine solche wurde während der Beobachtung vom hervorragenden Plasma eben an der Mündung abgesetzt. Protoplasma meist mit Zoochlorellen, selten ohne solche gesehen. Oft begegneten mir auch Gehäuse mit encystiertem Tier. Ein solches aus Diatomeenschalen sah ich 27. April 1905; wie es schien, war die Mündung verstopft, wenigstens erschien der Eingang dunkel, Länge 140—300 μ. Dicke hinten 46—160 μ, an der Mündung 28—40 μ. Sehr häufig in allen, auch in den ostfriesischen Mooren. März bis September.

In den Schonacher Mooren, also im Granitgebiet, fand ich die Gehäuse viel massiger als im Schwenninger Moor, meist mit sehr langem Hals, aus großen Quarzkörnern oder Schalen von *Navicula* (meist *viridis*) bestehend, letztere gewöhnlich der Länge nach angeordnet.

September 1903 sah ich zwei Individuen, deren Gehäuse mit der Mündung an einander gelegt waren, also Kopulation.

c) *D urceolata* Carter. Länge 108—200 μ, Dicke 64—140 μ. Pseudopodien zahlreich, oft geteilt oder baumartig verästelt. Im Protoplasma eines Exemplars bemerkte ich einen Faden von *Oscillatoria tenuis*. In allen drei Mooren, im Dürrheimer aber seltener. April bis September. Vorwiegend Moorform.

d) *D. acuminata* Ehrbg. August 1903 einem Stichgraben des Kugelmooses entnommene Exemplare zeigten im Gehäuse neben Sandkörnern und Diatomeenschalen Algenhäute verschiedener Art, dazwischen Ruhezellen und Makrozoosporen von *Sphaerella pluvialis*. Das Gehäuse eines Individuums von den Schonacher Mooren bestand nur aus meist kleineren Diatomeenpanzern; diese waren vorn und in der Mitte quer-, sonst längsgelagert, ohne Zwischenräume zusammengefügt. Länge 72—164 μ, Dicke hinten 54—92 μ, an der Mündung 28—90 μ. In allen drei Mooren ziemlich häufig. April bis September.

e) *D. lobostoma* Leidy. Gehäuse meist mit Quarzkörnern, im oben genannten Graben des Kugelmooses aus Quarzkörnern, Diatomeenschalen und Makrozoosporen von *Sphaerella pluvialis*. Länge 88—120 μ, Dicke 68—92 μ, Weite der Mündung 24—32 μ. Schwenningen, jedoch selten. April und August 1903.

f) *D. corona* Wallich. Gehäuse gewöhnlich aus Quarzkörnern aufgebaut: in einem Fall fand ich Quarzkörner und Diatomeenschalen. Am Hinterende zählte ich bei einem Exemplar 4 kurze, bei einem andern 12 lange Dornen. Durchmesser 115—140 μ. In Torfwässern, aber auch auf feuchtem Moorboden. In allen drei Mooren. März bis September.

g) *D. constricta* Leidy. Die Schalen fand ich im Schwenninger Moor mit Quarzkörnern und Diatomeenschalen besetzt, niemals bloß aus Chitinhaut bestehend; letzteres war jedoch der Fall bei den Exemplaren aus den Schonacher Mooren; hier war auch der Rand der runden Mundöffnung eingeschlagen. Länge 84—120 μ, Breite 60—100 μ. Häufig in allen drei Mooren. März bis September.

h) *D. spiralis* Ehrbg. Länge 112—132 μ. Dicke 92—108 μ. Schwenningen und Dürrheim häufig. März bis September.

Das Tier zeigt oft nur 1—3 Pseudopodien. Ein September 1903 gefundenes Exemplar zeigte eine Schale mit schwach gekrümmten, abgeschnittenen Wurzelstückchen ähnlichen, durchweg gleichartigen Elementen von 5—15 μ Länge und 1.5 μ Breite. S. Leidy Plate XIX, Fig. 7—11.

4. *Nebela* Leidy. a) *N. collaris* Leidy. Im Schwenninger und den Schonacher Mooren sehr häufig. März bis September. Dort meist kleinere Formen (Länge 52—70 μ, Breite 36—48 μ), aber auch größer (September 1903 fand ich ein Exemplar von 168 μ Länge und 92 μ Breite mit encystiertem Tier) in den Moosweihern und den mit *Sphagnum cuspidatum* var. *plumosum* erfüllten Kolken und Schlenken des Sphagnetums, aber auch in nur feuchten Wassermoosen, besonders in *Sphagnum*. Moorform.

In den Schonacher Mooren sah ich stets größere Formen (Länge 110—140 μ, Breite 87—90 μ, Dicke 40 μ, Öffnung 32 μ); eine Schale war ganz farblos und bestand aus ovalen, kreisrunden und stabförmigen Plättchen. S. Leidy. Plate XXII, Fig. 18—20.

b) *N. bursella* Vejd. Die stark zusammengedrückte Schale liegt stets auf der Breitseite und kippt sofort um, wenn man sie auf die Kante stellt. Plättchen rundlich. Länge 92 μ, Breite 72 μ. Seltener, Schwenningen und Schonach in feuchtem Moos und Wasser. April bis August. Moorform.

c) *N. carinata* Leidy. Länge 116—220 μ, Breite hinten 76—130 μ, an der Mündung 30—40 μ Dicke 40—68 μ, Kiel 6—8 μ breit. Schwenningen und besonders Dürrheim selten, Schonach häufig! April und August.

Eine Schale bestand vorwiegend aus länglichen Plättchen mit geradlinigen, oft auch unregelmäßigen Umrissen, zum geringen Teil aus polygonalen und rundlichen Plättchen; eine andere Schale war ganz durchsichtig, also nur chitinös.

4. *Heleopera* Leidy. *H. petricola* L. September 1903 fand ich im Schwenninger Moor eine Schale von 64 μ Länge und 34 μ Breite. Moorform.

5. *Centropyxis* Stein. *C. aculeata* Stein. Länge 92—180 μ. Breite 80—90 μ. Im Schwenninger Moor häufig zwischen Algen, *Utricularia* und andern Pflanzen, an denen sie wie *Arcella* mit Hilfe der lappigen Pseudopodien umherkriecht. — Im Blindensee mehrmals gefunden; die Schale hier nur chitinös, fellflaschenähnlich, auf der Schmalseite etwas gekielt. Mai 1902.

II. Familie: Euglyphina.

1. *Euglypha* Duj. a) *E. alveolata* Duj. Länge 100—120 μ, Breite 50—70 μ. Schwenningen und Schonach, jedoch nicht gerade häufig. August 1902 Im Veenhuser Moor August 1905 auch gefunden, aber kleiner (Länge 54 μ, Breite 28 μ). — Ausführliche Beschreibung von Gruber in Zacharias' Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers.

b) *E. ciliata* Leidy. Länge 60—88 μ. Breite 28—44 μ. Schwenningen April und Juni 1903, Schonach August 1902.

2. *Sphenoderia* Schlumb. *Sph. lenta* Schl. = *Euglypha globosa* Carter. Pseudopodien fein, nicht anastomosierend. Länge 34 μ. Breite 26 μ. Blindenseemoor August 1903.

3. *Cyphoderia* Schlumb. *C. ampulla* Leidy. Länge 70—100 μ, Breite 38—40 μ, also wesentlich kleiner als nach Blochmann und Efferth (nach diesem Länge 112—176 μ, Breite 40—80 μ). Schwenningen April und Mai 1902 und 1903 (September 1903 fand ich nur zerbrochene Schalen), Schonach Juli 1905. In Torfgräben. In den kleineren Maßen Moorform.

4. *Pamphagus* Boiley. *P. mutabilis* Boil. Länge 46 μ. Breite 32 μ. Wolfbauernmoor Juli 1905.

II. Klasse. Heliozoa, Sonnentierchen.

Die Torfgewässer sind besonders reich an Heliozoen.

1. *Vampyrella* Cienk. *V. spirogyra* Cienk. Freischwimmend kugelförmig, Durchmesser 28—32 μ (ohne Pseudopodien). Körnchenströmung besonders am Rand der Kugel sichtbar, wo sich die Pseudopodien stark verbreitern. Schwenningen öfter beobachtet, besonders September 1903. Nicht selten sah ich hell braune kugelige Verdauungscysten mit ziemlich glatter Haut, mit und ohne Schleier. 28—60 μ im Durchmesser.

April 1903 fand ich in einem Torfgraben beim Mooswäldle zwischen *Hypnum fluitans* massenhaft derbe stachelige Cysten von etwa 40 μ Durchmesser, welche wohl einer Art *Vampyrella* angehörten. Leider verlor ich dieselben und konnte ihre Entwicklung nicht beobachten.

September 1903 bemerkte ich an einem Spirogyrafaden eine gestielte, ovale hyaline Cyste von 27 μ Länge (dazu Stiel noch 12 μ), wahrscheinlich von *Vampyrella pendula* Cienk.

2. *Nuclearia* Cienk. *N. delicatula* Cienk. In kugeligem Zustand bis 60 μ, gestreckt über 70 μ lang. Schwenningen je und je. April bis September

3. *Actinophrys* Ehrbg. *A. sol* Ehrbg. Durchmesser 25—84 μ (ohne Strahlen, mit solchen 100 und darüber). Körnchenströmung bei wärmerem Wetter lebhaft, bei kühlerem langsamer. Die Zeit von einer Systole (Entleerung) der kontrakten Vakuole bis zur andern fand ich an einem Exemplar zu 3—3½ Minuten. Manchmal finden sich im Ektoplasma 1—2 große Nahrungsvakuolen. 31. Mai 1903 traf ich ein Exemplar mit einem *Chaetonotus persetosus* Zel. im Leibe. Die gekrümmten Stacheln der Beute ragten über die Oberfläche des Sonnentierchens hervor. — In allen Mooren, auch den ostfriesischen häufig. April bis September.

Bringt man einen Tropfen Sumpfwasser unters Mikroskop, so gewahrt man je und je ein Sonnentierchen mit ganz eingezogenen Pseudopodien. Später kommen dieselben als kurze, spitze Zapfen hervor und verlängern sich endlich zu dünnen Strahlen. Öfter beobachtete ich Ortsbewegung mittels der halb eingezogenen beweglichen Pseudopodien. — Kolonien aus 4—5 Individuen bemerkte ich oft. Mehrmals sah ich auch zwei vereinigte Tiere, stets eins kleiner (36 μ), das andere größer (50 μ). Nach Gruber liegt hier ein merkwürdiger Kopulationsakt vor.

4 *Actinosphaerium* Stein. *A. Eichhorni* Ehrbg. Das Entoplasma fand ich stets mit Zoochlorellen erfüllt. Durchmesser 68—120 μ (also im Moor bedeutend kleiner als sonst, Durchmesser bis 1 mm). Das Tierchen verzehrt Cyclopiden, Daphniden, Rotatorien, Ciliaten, Diatomeen usw. In allen Mooren gefunden, aber nicht so häufig wie *Actinophrys sol*. April bis September. In den kleineren Maßen Moorform.

5. *Raphidiophrys* Arch. Die feinen, allseitig stehenden Pseudopodien zeigen deutlich Körnchenströmung.

R. pallida F. E. Schulze. Deutlich sieht man einen exzentrischen Kern und 2—3 kontraktile Vakuolen. Die Achsenfäden der Pseudopodien gehen von einem Zentralkorn aus. Durchmesser ohne Strahlen 24 μ, mit denselben 80 μ. Dieses schöne Tier, vorherrschend Moorform, sah ich nur einmal. September 1903.

6. *Acanthocystis* Carter. a) *A. turfacea* Cart. Durchmesser ohne Stacheln 32—110 μ, mit solchen 115—160 μ (Blochmann und Eyferth geben als Durchmesser 100—150 μ an — ob mit oder ohne Stacheln?). Meist mit Zoochlorellen gefunden. Schwenningen, besonders in Moosweiher, und Schonach. Vorherrschend Moorform. April bis September.

b) *A. aculeata* Hertw. und Lesser. Durchmesser 20 μ. April 1905 ziemlich häufig im Moosweiher, besonders in den Eihüllen ausgeschlüpfter Froscheier gefunden, meist aber noch als Cysten; nicht selten sah ich 2 Cysten aneinander (ob aus Teilung hervorgegangen?).

c) *A. erinaceus* Penard. Durchmesser 40—50 μ ohne Stacheln (Eyferth gibt nur 15—25 μ an). Schwenningen, nicht häufig. Mai bis August. Wohl Moorform.

Hierher gehört noch eine flüchtige Aufzeichnung vom 6. August 1902 über eine Art mit kurzen, dicken Stacheln; Durchmesser mit denselben 75 μ, ohne dieselben 50 μ. Kann wohl nichts anderes sein als *A. erinaceus*; demnach ist diese Art im Moor bedeutend größer als EYFERTH angibt.

7. *Clathrulina* CIENK. a) *C. elegans* CIENK. Durchmesser 36—88 μ. Länge des Stiels (bei 36 μ Durchmesser der Schale) einmal zu 68 μ gemessen. Mehrmals fand ich leere Schalen ohne oder mit abgebrochenem Stiel. Schwenningen und Schonach, aber nicht häufig. April bis September. Moorform.

b. *C. Cienkowski* MERESCHK. Durchmesser 25—32 μ (nach BLOCHMANN 27 μ). Schale mit regelmäßig ovalen oder elliptischen Öffnungen und kurzen, stumpfen (nach BLOCHMANN spitzen) Höckern auf den Knotenpunkten des Gitters. 18. September 1903 und 26. April 1905 im Schwenninger Moosweiher.

BLOCHMANN gibt als Fundort nur den Onegasee an.

III. Klasse. Mastigophora oder Flagellata, Geißelträger, Flagellaten.

Wie weiter oben bemerkt wurde, sind die Flagellaten in bezug auf die Sapropelbildung, besonders was dessen Fettgehalt betrifft, sehr wichtig.

I. Ordnung. Pantostomatina.

1. *Pteridomonas* PENARD. *P. pulex* PEN. Länge etwa 10 μ. Das Tierchen sitzt mit einem Plasmafaden am Hinterende fest oder schwimmt, mit der Geißel voran und mit den Cilien rudernd, rasch vorwärts oder hüpft wie ein Floh rückwärts, indem es die nach außen umgerollten Cilien plötzlich streckt. — Nur einmal in Wasser vom Schwenninger Moor beobachtet: August 1902. Die Gesellschaft, längere Zeit unter dem Deckglas gezüchtet, machte durch lustiges Springen dem Namen alle Ehre.

2. *Dimastigamoeba* BLOCHM. = *Dimorpha* KLEBS. D. *longicauda* BLOCHM. Öfter in Flagellaten-, seltener in Amöbenform gesehen. März und April 1902.

Die merkwürdige Gattung *Mastigamoeba* F. E. SCHULZE habe ich im Moor nicht gefunden!

II. Ordnung. Protomastigina.

I. Familie. Oikomonadina.

1. *Oikomonas* KENT. a) *O. termo* EHRBG. Rundlich bis birnförmig. Sehr häufig gefunden, freischwimmend oder auf kürzerem Stiel angewachsen. März bis September.

b) *O. mutabilis* KENT. Kugelig bis eiförmig. Durchmesser gewöhnlich 10—15 μ. Sehr häufig. Meist mit kürzerem oder längerem Faden angewachsen.

und dann stets länglich, oft ziemlich schmal: Länge auch nur 8—10 μ. März bis September.

Beide Arten traf ich sehr oft an Fadenalgen, *Utricularia* und Ephemeridenlarven befestigt, einmal *O. termo* auf dem zarten Faden von *Cladothrix dichotoma*, der seinerseits wieder als Epiphyt auf einer *Corethra*-Larve wuchs. *O. mutabilis* bot ein prächtiges Schauspiel, als ich es in Unmenge auf dem Gehäuse von *Cothurnia imberbis* in fortwährend geißelnder Bewegung sah.

2. *Cercomonas* Duj. *C. crassicauda* Duj. Länge 40 μ. In länger stehendem Torfwasser oft gefunden. März bis September.

II. Familie. Craspemonadina, Kragenmonaden.

Größtenteils festsitzend auf Algen, *Utricularia*, Rotatorien, Cyklopiden, Stielen der Vorticellen usw.

1. *Monosiga* Kent. a) *M. ovata* Kent. Häufig in Gesellschaft an *Cladophora* und anderen Algen. Länge bis 15 μ. März bis September.

b) *M. fusiformis* Kent. Länge bis 10 μ. Auf Cyklopiden. Seltener. Mai 1902.

2. *Codonosiga* Clark. *C. botrytis* Stein. Länge der Monaden bis 30 μ, meist einzeln, doch auch bis 20 auf einem Stiel. Häufig an Algen und *Utricularia*. März bis September.

3. *Diplosiga* Frenzel. *D. frequentissima* Zach. Länge 10—12 μ. Auf Algen und *Utricularia* oft in größerer Zahl. Einst sah ich 8 Stück mit kurzen Stielen auf dem Stiel einer *Vorticella nebulifera* angewachsen. August 1902.

III. Familie. Monadina.

1. *Monas* Stein. a) *M. vivipara* Ehrbg. Am Hinterende werden oft pseudopodienartige Fortsätze gebildet. Im Plasma oft rötliche oder grüne Nahrungsballen. Häufig. April bis August.

b) *M. arhabdomonas* H. Meyer. Meist mit zitternder Bewegung schwimmend. Durchmesser 17 μ. Nicht so häufig. August 1902.

2. *Cephalothamnium* Stein. a) *C. cyclopum* Stein = *C. caespitosum* S. Kent. Auf *Cyclops* je und je. April bis September.

b) *C. cuneatum* S. Kent. Ebenso.

3. *Dendromonas* Stein. *D. virgaria* Stein. Auf *Chara fragilis*, jedoch nicht häufig. August 1902.

4. *Anthophysa* Bory. *A. vegetans* Bütschli. Die Stiele nehmen im Alter durch Ablagerung von Eisenhydroxyd eine braune Farbe an. Sehr häufig, besonders in den Flachmooren. April bis September.

Oft trifft man unter dem Mikroskop leere Stielgerüste (besonders massenhaft fand ich sie an *Utricularia*), da die Tiere sich bei starker Beleuchtung von den Stielen ablösen und davonschwimmen. Nach Senn sondern sie bei Verdunklung sofort wieder Gallerte zur Stielbildung ab.

IV. Familie. Bodonina.

1. *Bodo* Stein. a) *Bodo globosus* St. Länge 9—15 μ, Dicke 8 μ. Bohrt mit seinem Schnabel Grünalgen an und saugt sie aus. Im Körper grüne oder rötlichbraun gefärbte Nahrungsballen. Häufig, besonders zwischen Spirogyren März bis September.

b) *B. saltans* Ehrbg. Oft massenhaft zwischen Detritus. März bis September.

Interessiert den Beobachter besonders durch seine schnellenden und schaukelnden Bewegungen, die es, mit der Schleppgeißel angeheftet, ausführt.

c) *B. caudatus* St. Länge 11—19 μ. Führt, mit der Schleppgeißel angeheftet, ebenfalls schnellende und zitternde Bewegungen aus. Häufig. März bis September.

2. *Pleuromonas* Perty. *P. jaculans* Perty. Macht sich durch ähnliche schnellende Bewegungen, wie mehrere *Bodo*-Arten bemerkbar. Häufig März bis September.

3. *Phyllomitus* Stein. a) *Ph. amylophagus* Klebs. Bewegt sich durch schnelles freies Vorwärtsschwimmen, verbunden mit hin und her zitternden Bewegungen. Sehr oft in länger stehendem Moorwasser gefunden. März bis September.

b) *Ph. undulans* St. Länge 27 μ. Seltener. März bis September.

4. *Colponema* Stein. *C. loxodes* St. Länge 18—30 μ. Schwimmt lebhaft, um seine Längsachse rotierend, hin und her. August 1902.

V. Familie. Amphimonadina.

1. ***Deltomonas*** S. K. = ***Amphimonas*** Duj. *D. cyclopum* S. K. Sehr häufig und oft massenhaft an *Cyclops*. April bis September.

2. ***Rhipidodendron*** Stein. *Rh. splendidum* St. Monaden 6—12 μ lang. April 1903 im Moosweiher eine jüngere, 288 μ hohe Kolonie mit 12 Ästen; Juni 1903 Reste von Kolonien; September 1903 eine solche von 192 μ Länge und 152 μ Breite oben; später mehrere kleinere Fächer im Kugelmoos; 29. Juli 1905 leere Fächer in der Schlenke des Wolfbauernmoors.

VI. Familie. Tetramitina.

Tetramitus Perty. *T. decissus* Perty. Je und je. April bis August.

III. Ordnung. **Distomatina.**

„Stoffwechselprodukte: fettes Öl und bei einigen Formen (*Hexamitus Urophagus*) ein glykogenartiger Körper.“ Senn.

Familie Distomata.

1. *Hexamitus* Duj. *H. inflatus* Duj. Sehr häufig. März bis September.

2. *Urophagus* Klebs. *U. rostratus* Klebs. Einziger Flagellat, welcher mit dem Hinterende Nahrung (Bakterien) aufnimmt, also „mit dem Schwanz frißt“. Länge 20 μ, Breite 9—10 μ. In länger stehendem Moorwasser nicht selten gesehen, ebenso die schlanke var. *angustata*, 12 μ lang, 2 μ breit.

3. *Trepomonas* Duj. a) *T. rotans* Klebs. Länge 12 μ, Breite 7,5 μ. Bewegung: langsam rotierend. Häufig in gestandenem Torfwasser. März bis September.

b) *T. agilis* Duj. var. *communis* Klebs. Länge 14 μ, Breite 10 μ; var. *angulatus* Klebs, Länge 20 μ, Breite 15 μ. Beide Varietäten häufig, interessant durch ihre Form und rotierende Bewegung. März bis September.

IV. Ordnung. **Chrysomonadina.**

„Stoffwechselprodukte: fettes Öl und Leukosin." SENN.

I. Familie. Chromulinina.

1. *Chromulina* CIENK. *Ch. flavicans* BÜTSCHLI. Länge 15 μ, Breite 12 μ. Je und je im Schwenninger Moor. August 1902.

2. *Mikroglena* EHRBG. Nach STEIN werden gewöhnlich zwei Chrysochromplatten angegeben. KLEBS meint, es könne auch nur eine, stark muldenförmig gebogene sein. Ich schließe mich nach meinen Beobachtungen der letzteren Ansicht an, die um so mehr einleuchtet, als auch die Bauchseite rinnenförmig vertieft ist. Körper oft fast ganz von Leukosin erfüllt.

M. punctifera EHRBG. Länge 28—50 μ, meist 32—36 μ, Breite 18—20 μ. Im Schwenninger Moor sehr häufig, besonders im Moosweiher, aber auch in den Sümpfen des Sphagnetums und bei den Weiherwiesen; im Dürrheimer Moor sehr selten. März bis September. Wohl Moorform!

3. *Mallomonas* PERTY. *M. Ploessli* PERTY. Länge 22—28 μ. Schwenningen mehrmals gesehen (Mai 1902), Dürrheim nur einmal (April 1905); ungemein zahlreich im Blindensee bei Schonach, im Frühling (April und Mai) selten oder gar nicht vorhanden, im Sommer (Juli und August) sehr häufig. 1902, 1903 und 1905. Hier fand ich das interessante Tierchen meist breiter als im Schwenninger Moor (Länge nur 22—24 μ), oft Fremdkörper in den sehr langen Borsten mitführend. — Ob teilweise oder vorwiegend Moorform?

II. Familie. Hymenomonadina.

1. *Hymenomonas* STEIN. *H. roseola* ST. Länge 13—14 μ, Breite 9—10 μ. Im Veenhuser Moor sehr häufig. August 1905. Ob Moorform?

2. *Synura* EHRBG. *S. uvella* EHRBG. Einzeltiere 25—30 μ lang, Kolonie 80—80 μ im Durchmesser, bei länglichen Kolonien beträgt der Längsdurchmesser über 100 μ. An solchen beobachtete ich häufig, wie sie sich in der Mitte einschnürten und teilten. In allen Mooren sehr häufiger Planktonflagellat. März bis September.

3. *Chlorodesmus* PHILIPPS. Die Individuen sind zu einer kettenförmigen Kolonie verbunden.

Chl. hispida PHILIPPS. 30—60 Individuen in eine Kette von 80—200 μ Länge vereinigt; die Einzelwesen in der Hauptansicht abgestutzt dreieckig, mit schwach konkaven Seiten, mit der Basis an einem von ihr ausgeschiedenen farblosen Gallertfaden sitzend, in der Seitenansicht schmal-eiförmig. Länge 12—20 μ, Breite an der

Basis 8—10, am abgestutzten Ende 6—7 μ. Dieses ist in der Mitte ausgerandet und trägt in der Kerbe zwei gleiche, mehr als körperlange Geißeln. Ob hier auch eine Mundöffnung vorhanden, konnte ich nicht sehen. Das Individuum ist von einer starren, knapp anliegenden, kurz stacheligen Hülle umgeben und enthält zwei bandförmige Chrysochromplatten ohne Augenfleck, aber mit Pyrenoiden unter der Hülle, besonders in der vorderen Hälfte. Kontraktile Vakuole im Hinterende zentral gelegen. Den Kern konnte ich ohne Färbung nicht sehen und als ich, nach Hause gekommen, färben wollte, waren die schönen goldenen Ketten verschwunden.

Chlorodesmus hispida ist eine prachtvolle Erscheinung und tritt besonders im Frühling in einigen Weihern beim Zollhaus massenhaft, im Moosweiher und periodischen Tümpel seltener auf. Ich traf die Kolonien im April 1903 häufig, im April 1905 seltener, je und je, doch weit seltener im Juni und August. In diesem Monat fand ich im periodischen Tümpel, der vorher ausgetrocknet und nun vom Regen wieder gefüllt war, eine noch junge, dichte Kette von 80 μ Länge, die sich noch, ähnlich *Synura*, rotierend bewegte. Die Ketten ergötzen den Beobachter nicht nur durch ihre reizende Form, sondern besonders auch durch ihre eigenartigen Bewegungen. Die jungen Ketten sind länglich oval und rotieren wie *Synura*. Sind sie etwas länger geworden, so bewegen sie sich walzenförmig fort. Längere Ketten zeigen eine doppelte Bewegung: 1. Ein Ende wird verankert, das andere schwingt weiter unter gleichzeitigem Zusammenziehen und Ausdehnen der Kette; dann wird das andere Ende verankert und das erste schwingt weiter. 2. Die Kette schwingt sich frei in Schlangenlinien fort, meist ohne um ihre Längsachse zu rotieren. Teilung der Ketten habe ich oft beobachtet. — In „Engler und Prantl", Pflanzenfamilien, ist eine Kette abgebildet. Ob Moorform?

4. *Syncrypta* Ehrbg. *S. volvox* Ehrbg. Durchmesser der Kolonie 45—48 μ. Schwenningen ziemlich häufig im Moosweiher, periodischen Tümpel und Torfgräben. April, Mai und August 1902, 1903 und 1905, im August öfter in latentem Zustand (in Dauercysten) gefunden. Schonach: Weiher beim Wolfbauernhof. Juli 1905 in Dauercysten. Ob Moorform?

III. Familie Ochromonadina.

1. *Cyclonexis* Stokes. Gattungscharakter und Abbildung s. „Engler und Prantl", Pflanzenfamilien.

C. annularis St. Nur einmal (April 1903) im Moosweiher gesehen. Bewegung sehr rasch. Planktonflagellat. Moorform.

2. *Dinobryon* Ehrbg. a) *D. sertularia* Ehrbg. Gehäuse 25—36 μ lang (meist nur 28 μ), 7—10 μ dick (Blochmann gibt bis 50 μ Länge an), gegen die Mündung hin meist einerseits schwach gebogen. Bildet schöne, große, buschige Kolonien, die unter Drehungen um die Längsachse frei schwimmen. — Schwenningen im Frühling (März bis Mai) häufig lebend im Moosweiher, in den Weiherwiesen, aber auch in kleineren, seichteren Gewässern, im Sommer (Juni bis August) meist leere Gehäuse, seltener lebend, doch auch in Teilung begriffen (6. August 1903). Schonach: nur im Weiher beim Wolfbauernhof leere Gehäuse gefunden (Juli 1905).

Bei Lampenlicht lassen sich an den Monaden alle Teile unterscheiden. Nicht selten, besonders im Frühling, sah ich in Teilung begriffene Individuen, die obere Hälfte noch mit der unteren verbunden oder schon am Innenrand des alten Gehäuses festsitzend. Zahlreiche Kolonien beisammen bieten in Bewegung ein prächtiges Schauspiel. Planktonflagellat. In den kleineren Maßen Moorform.

Früh bezeichnet (doch nicht in allen Fällen mit Recht) diese und die folgende Art als Kennzeichen der Seenatur der Gewässer, und sie sind wohl, wie oben bemerkt, ein deutlicher Beweis von der aquatischen Entstehung des Schwenninger Moors (die größeren Gewässer desselben sind Restseen), wie auch ihr Fehlen im Blindensee bei Schonach als Beweis für den terrestrischen Ursprung der dortigen Hochmoore gelten kann. Das vereinzelte Vorkommen im See beim Wolfbauernhof beweist nichts, da dieser, strenggenommen, nicht mehr zum Moor gehört und eine Verschleppung dieser kleinen Organismen durch Wasservögel und Wasserinsekten leicht möglich ist, weshalb man diese Arten je und je auch in Tümpeln und Lachen findet.

b) *D. stipitatum* Stein. Kolonien gewöhnlich etwas kleiner als bei voriger Art, Individuen in wenige, oft annähernd parallele Reihen geordnet. Gehäuse schlanker, meist gerade, seltener schwach gebogen, mit lang ausgezogenem Hinterende. Länge 32—36 μ, Dicke 7—8 μ (Blochmann gibt 100 μ, Seligo 45 μ an). — In den Torfwässern des Schwenninger Moors (zumal im Moosweiher, aber auch in kleineren Tümpeln) im Frühling, besonders im März und April, sehr häufig, häufiger als *D. sertularia*. Mitte April 1903 fand ich öfter Kolonien, bei denen alle oder doch die meisten Tiere

encystiert waren, ebenso 27. April 1905 eine Kolonie mit 3 Cysten und vielen sich bewegenden Tieren. Die Cysten sind von einer dicken, hyalinen Kieselmembran umschlossen, sitzen auf dem Mündungsrand des Gehäuses und nehmen sich hier wie Mistelbeeren (aber mit dunklem Kern) auf ihren Büschen aus. Im Sommer, besonders im August und September, fand ich häufig leere Gehäuse, so auch August 1905 im Wolfsmeer des Veenhuser Moors. — Ebenfalls Planktonflagellat. Wohl Moorform, jedenfalls in den kleineren Maßen.

An einer größeren Kolonie sah ich 1902 viele Gehäuse nicht am Innenrand der älteren befestigt, wie dies sonst der Fall ist, sondern auf besonderen langen Stielchen, die von einem Hauptstiel ausgingen. An diesem war auch ein Gehäuse der folgenden Art befestigt.

c) *D. utriculus* Klebs. Gehäuse 20—28 μ lang (Blochmann gibt 45 μ an), 8—9 μ dick. — Auch diese Art fand ich im Frühling sehr häufig lebend im Schwenninger, etwas seltener im Dürrheimer Moor, im Sommer seltener lebend, häufig aber leere Gehäuse. Angewachsen, oft sehr zahlreich, an Blattabschnitten von *Utricularia*, Fäden von *Spirogyra*, *Zygogonium*, *Mougeotia* (besonders *parvula*) in Weihern, Lachen und Torfgräben, auch im Stich. 29. April 1905 sah ich auf *Oedogonium* im Dürrheimer Moor viele lebende und ein encystiertes Exemplar.

3. *Hyalobryon* Lauterb. *H. ramosum* Laut. Kolonien buschig, oft rundlich, sehr reich an Individuen, bis 200 μ lang und länger. Gehäuse sehr zart, leer ohne Behandlung mit Anilinfarben nur bei günstiger Lage und schief auffallendem oder Lampenlicht sichtbar. Tier mit dem 11—12 μ langen Schwanzfaden 24—27 μ lang, Länge der Gehäuse 36—45 μ, Dicke 3,5—4,5 μ. — Hauptvegetationszeit: Frühling. Mai 1902 zahlreiche große, lebende Kolonien an *Mougeotia parvula* in einem Torfgraben; April 1903 im Moosweiher ungemein häufig, weniger häufig, aber noch immer zahlreich in den Weihern auf Dürrheimer Grenze und bei den Weiherwiesen; April 1905 traten die Kolonien an genannten Orten nicht so häufig auf, im periodischen Tümpel fand ich die Tiere einzeln und strauchartig verzweigt an *Ophiocytium majus* und *Ulothrix subtilis*. Im Sommer (Juni bis September) sah ich fast nur leere Gehäuse, jedoch 25. Juni 1903 eine kleine Kolonie mit leeren und vollen Gehäusen.

4. *Uroglena* Ehrbg. Gallerthülle zuweilen geschichtet. *U. volvox* Ehrbg. Kolonien 60—160 μ im Durchmesser. Individuen 12—14 μ lang, 8 μ breit. April 1903 beobachtete ich den prächtigen Planktor-

flagellaten oft, besonders im Wasser vom Moosweiher; die Kolonien bieten in rotierender Bewegung besonders bei Lampenlicht ein wundervolles Schauspiel. Noch im August fand ich Kolonien, wiewohl ziemlich selten, in aktiver Bewegung, meist jedoch im August und September im Dauerzustand. Die Dauerzellen sind goldgelb, 7—11 μ dick; sie haben Ähnlichkeit mit einem mittelalterlichen Morgenstern, indem sie von einer festen, mit Stacheln versehenen Membran umgeben und mittels eines dicken, röhrigen Stiels an die Hülle befestigt sind. An einer September 1903 im Dauerzustand gefundenen Kolonie von 84 μ Durchmesser dagegen sah ich die Stiele nach dem Zentrum hin gerichtet. — Im Frühling häufig, besonders im Moosweiher, im Sommer seltener. Ob Moorform?

V. Ordnung. **Cryptomonadina.**

1. *Chilomonas* Ehrbg. *Ch. paramaecium* Ehrbg. Länge 22—28 μ. Breite 8 μ. Im Torfwasser häufig, bei längerem Stehen ungemein zahlreich. Liegt oft lange Zeit still, wird dann plötzlich munter und bewegt sich rasch vor- und rückwärts; befestigt sich auch manchmal mit einer Geißel und dreht sich, einen Kegel beschreibend, um den Befestigungspunkt. März bis September.

2. *Cryptomonas* Ehrbg. *C. ovata* Ehrbg. Ich fand die Tiere stets mit schwach grünen Chromatophoren, etwa 30 μ lang, meist in lebhafter, um die Längsachse rotierender Vorwärtsbewegung, abwechselnd die Breitseite und die Kante dem Beobachter zukehrend. Häufig, März bis September.

VI. Ordnung. **Chloromonadina.**

„Stoffwechselprodukt: fettes Öl." Senn!

1. *Vacuolaria* Cienk. *V. virescens* Cienk. Länge 54—80 μ. Schwenningen nicht selten, besonders im Moosweiher; Schonach: Wolfbauernmoor und Weiher beim Hof je und je. Auch im Veenhuser Moor nicht selten. April bis September.

2. *Rhaphidiomonas* Stein = *Gonyostomum* Diesing. *Rh. semen* Stein. Gestalt verkehrt eiförmig, Vorderende breit, wenig schief (nicht so stark abgeschrägt wie die vorhandenen Bilder angeben), auf der Bauchseite mit schwacher, etwas seitlich gelegener, nur bei richtiger Lage sichtbarer Ausrandung, in welcher die Mundöffnung liegt und die zwei Geißeln entspringen; Hinterende mit abgerundeter Spitze, oft aber auch kurz schwanzartig ausgezogen; ziemlich metabolisch (ich sah den Körper oft mit größeren seitlichen Ausbuchtungen und dann hinten stark zugespitzt). Länge 40—68 μ, Breite 24—32 μ, Dicke 12—14 μ. Geißeln stark körperlang, wenigstens die Schleppgeißel, welche bei der Bewegung gewöhnlich bauchwärts in der Richtung der Längsachse getragen wird und dann über das Hinterende hervorragt; oft sah ich dieselbe aber

auch seitwärts gerichtet. In den schwachen Ausschnitt am Vorderende mündet ein hell durchschimmerndes, dreieckig-halbmondförmiges Reservoir, neben welchem die kontraktile Vakuole liegt. Nach der Entleerung erscheint das erstere als dreistrahliger Stern von der Form eines dreispitzigen Hutes. Die den Körper schön grün färbenden Chlorophyllkörner sind nicht rundlich, wie die Zeichnungen in Blochmann, Engler und Eyferth angeben, sondern polygonal, meist sechseckig. Im Periplast stecken zahlreiche dicke, stark lichtbrechende Stäbchen, Trichocysten; besonders zahlreich sind sie am Vorder- und am hellen, chlorophyllfreien spitzen Hinterende. Hier sah ich sie oft hervorgestreckt, so daß es den Eindruck eines breiten, behaarten Schwanzes machte. Kern rundlich, zentral gelegen, deutlich sichtbar. — Das Tier schwimmt leicht und zierlich in gerader Richtung oder in weiten Kurven vorwärts, schnellt beim Anstoßen zurück, bewegt sich auch sonst oft rückwärts.

Im Veenhuser Moor, besonders in einem mit *Hypnum fluitans*, *Sphagnum cuspidatum* var. *plumosum* und einem zarten, flutenden Lebermoos (wahrscheinlich *Cephalozia fluitans*) erfüllten Stichgraben neben dem Flachsmeer ungemein häufig gefunden. August 1905.

Leider konnte ich den prächtigen Flagellaten aus Mangel an wissenschaftlichen Hilfsmitteln an Ort und Stelle nur oberflächlich untersuchen. Ich nahm einige Hundert im Glase mit nach Cannstatt; ehe ich jedoch meine Untersuchungen abgeschlossen hatte, waren sie verschwunden.

VII. Ordnung. Euglenoidina.

I. Familie. Euglenida.

„Stoffwechselprodukte: Paramylon und Fett.“ Senn.

1. *Euglena* Ehrbg. Die Euglenen sind in Torfwässern, zumal in solchen mit Sapropelgrund, zu dessen Fettgehalt sie wie überhaupt viele Angehörige der Ordnung *Euglenoidina* einen bedeutenden Beitrag liefern, in vielen Arten vertreten, im Sommer zahlreicher als im Frühling und Herbst.

a) *E. viridis* Ehrbg. Länge 55 μ. Schwenninger Moor selten, nur zweimal gefunden. August 1902. Die forma *hyalina* fand ich in Schonach August 1902.

b) *E. sanguinea* Ehrbg. Länge 56—60 μ. Im Blindensee in großer Menge gefunden. August 1902; im Schwenninger Moor je und je, meist aber grün. August 1903.

c) *E. variabilis* Klebs. Länge 80—50 μ. Schwenningen und Schonach häufig. Mai bis September 1902 und 1905.

d) *E. gracilis* Klebs. Körper spindelförmig bis zylindrisch, meist im vorderen Drittel am dicksten, hinten oft mit ziemlich langer, farbloser Spitze, stark durchsichtig. Die zahlreichen scheiben-

förmigen, schön grünen Chromatophoren mit beschaltem Pyrenoid. Zellkern in der Mitte. Länge 37—50 μ, aber auch erheblich länger, in einigen Fällen sogar, wenn ich richtig bestimmt habe, bis 95 μ. Ich kann wenigstens nach KLEBS diese großen Formen bei keiner andern Art unterbringen. — Das Tier zieht sich in der Ruhe und für die Teilung zu verkehrter Eiform mit ganz kurzer Endspitze zusammen. — Schwenningen und Schonach sehr häufig. April bis September.

(Diese Art bedeckte im Sommer und Herbst 1902, sogar noch im Oktober und November die Oberfläche eines größeren Weihers mit mineralischem Grunde bei Fellbach an der Untertürkheimer Straße wohl zu einem Drittel, teilweise als dünne Haut, gegen den Abfluß hin jedoch über 1 cm dick. Die Tiere erreichten oft eine ganz bedeutende Größe, 50—95 μ. In demselben Jahre beobachtete ich sie ebenfalls als grüner Überzug in einem Teich der unteren Stuttgarter Gartenanlagen.) — Grüne Wasserblüte.

e) *E. acus* EHRBG. Länge 115—120 μ. Vor dem Kern sah ich bei einem Exemplar 7 große, stäbchenförmige Paramylonkörner, hinter denselben nur eins. Schwimmt um die Längsachse sich drehend und zugleich mit dem Vorderende einen Kegel beschreibend. Juli 1905 sah ich freie Längsteilung. Im Schwenninger Moosweiher Juli 1905 häufig; ebenso August 1902 im Blindensee.

f) *E. spirogyra* EHRBG. Geißel sehr kurz, nach meinen Messungen nur etwa 10 μ lang. Bei einem Exemplar war nur das vor dem Kern gelegene Paramylumkorn deutlich, das hintere in einzelne Teile aufgelöst. Die Stammart hat nach KLEBS eine Länge von 90 μ; ich fand sie jedoch mehrmals (besonders August 1903) viel länger, nämlich 120—140 μ, ja sogar 160 μ bei 20 μ Breite; die Endspitze war bei letzterem Exemplar 16 μ lang, bis zur Hälfte noch mit Warzen besetzt, das Tier schön hellgrün. Wahrscheinlich handelt es sich hier um junge, noch nicht ausgefärbte Individuen der von mir oft gefundenen braungrünen, zuletzt ganz dunkel gefärbten Form *fusca*. Diese ist bandförmig, 140—180 μ lang, 20—24 μ breit, ein sehr schönes Tier! Schwenningen und Schonach häufig; August 1902 und 1903.

g) *E. velata* KLEBS. Länge 90—100 μ. Zieht sich bei der Teilung kurz eiförmig zusammen und sondert bei Reizung eine Schleimhülle aus. Häufigste Euglene im Schwenninger Moor. April bis September.

h) *E. pisciformis* KLEBS. Länge nur 26 μ. Sehr zierliche durchsichtige Form mit 2 schief verlaufenden Chlorophyllbändern, leicht kenntlich an ihrer raschen Bewegung, bei welcher das Hinterende hin und her schlängelt. Schwenningen häufig. April bis September.

i) *E. tripteris* KLEBS. Länge 60—72 μ. Schwenningen und Schonach, aber selten. April bis September.

k) *E. oxyuris* SCHMARDA. Länge 150—412 μ. Wenn tordiert, dann gewöhnlich mit 3 Kanten. Meist vor dem Kern ein ringförmiges Paramylonkorn; mehrere August und September 1903 gefundene Exemplare hatten jedoch viele vor und hinter dem ovalen Kern gelegene große, stabförmige Paramylumkörper (ähnlich wie *E. Ehrenbergi*). Geißel nur von halber Körperlänge. Schwenningen ziemlich häufig. April bis September.

l) *E. deses* EHRBG. Länge 80—140 μ, in einem Fall bloß 54 μ. Sehr häufig in allen, auch den ostfriesischen Mooren, besonders massenhaft auf feuchtem Torfboden im Stich. — Noch häufiger als die Stammform ist forma *intermedia*: Länge 80—125 μ. April bis September.

m) *E. Ehrenbergi* KLEBS. Länge 100—250 μ. Schwenningen und Schonach je und je. April bis September.

2. *Colacium* STEIN. a) *C. calvum* ST. Länge 35—40 μ. Schwenningen zwischen folgender Art, aber seltener, auf Cyclopiden und Ephemeridenlarven. August 1903.

b) *C. vesiculosum* EHRBG. Länge 15—24 μ. Massenhaft im Schwenninger und Dürrheimer Moor an Cyclopiden, Ephemeridenlarven und größeren Rotatorien. August 1903. Neben festsitzenden fand ich freilebende Tiere mit körperlanger Geißel. Mehrmals beobachtete ich Längsteilung in freiem Zustand.

3. *Trachelmonas* EHRBG. a) *T. volvocina* EHRBG. Länge 17—20 μ. Schwenningen und Schonach häufig. An letzterem Ort fand ich auch forma *rugulosa* STEIN; die Hülle war zerbrochen und zeigte so das schön grün gefärbte Tierchen. April bis September.

b) *T. lagenella* ST. Länge 22—30 μ. Schwenningen und Schonach je und je. April bis September.

c) *T. hispida* ST. Länge 20—42 μ. Auf allen 3 Mooren häufig. April bis September. — 29. April 1905 traf ich das Tier im Blindensee noch encystiert.

d) *T. caudata* ST. Länge 32—44 μ (BLOCHMANN: 33 μ), Breite 16—18 μ. Schwenningen je und je; August 1902 und Juni 1903.

e) *T. armata* EHRBG. Länge 40 μ, Dicke 26 μ. Nur einmal im Schwenninger Moor gefunden. September 1903.

Die Arten der Gattung *Trachelmonas*, sowie eine Art von *Euglena* spielen in geologischer Beziehung eine sehr wichtige Rolle. Infolge ihres großen Gehalts an grünem Farbstoff (in der Botanik Chlorophyll, in der Zoologie Zoochlorellen genannt) scheiden sie unter dem Einfluß des Lichtes reichlich Sauerstoff aus und sind, wie viele Wasserpflanzen (unter diesen kommen hier insbesondere *Myriophyllum*, *Utricularia*, *Lemna* und *Chara* in Betracht) befähigt, die im Wasser gelösten Eisenverbindungen zu oxydieren und als

Eisenhydroxyd teils frei, teils auf der Haut oder in ihren Hüllen abzulagern. Durch solche rostbraune Einlagerungen verstärkt *Trachelmonas* ihren Panzer, härtet und schärft *Euglena spirogyra* f. *fusca* ihre als Trutzwaffen dienenden Warzenreihen, festigt die oben angeführte Monadine *Anthophysa vegetans* ihr verzweigtes Stielgerüst. Massenhaft lagern sich am Grunde der Moorgewässer die eisenhaltigen Produkte und Reste genannter und anderer neuerdings als Eisenalgen bezeichneter Flagellaten ab und erzeugen im Verein mit den Ablagerungen des schon mehrfach genannten Eisenbakteriums *Leptothrix ochracea* und seiner Verwandten im Lauf der Jahrtausende mehr oder weniger mächtige Schichten von Sumpferz oder Limonit, wie wir sie z. B. in den Niederungen von Deutschland und Dänemark kennen, wo die kleinen Lebewesen vergangener Zeiten großartige Eisenwerke ins Leben gerufen haben.

4. *Phacus* Nitzsch. a) *Ph. orum* Klebs. Länge 27—28 μ. Die Spiralstreifung, welche Blochmann und Eyferth angeben, sah ich an lebenden Individuen nicht oder nicht deutlich; leere Schalen lassen sie jedoch gut erkennen. Schwenningen und Schonach nicht häufig, aber oft in Menge beisammen. Mai und September.

b) *Ph. alata* Klebs. Länge etwa 20 μ. Schwimmt unter Drehungen um die Längsachse ziemlich rasch. Schwenningen nicht selten. April bis September.

c. *Ph. pleuronectes* Nitzsch. Länge 30—60 μ, Dicke 10—12 μ. Schwenningen und Schonach häufig April bis September.

Auch var. *triquetra* Klebs mit Rückenkiel und var. *hyalina* fand ich mehrmals. August und September 1903.

d) *Ph. longicauda* Duj. Membran mit stärkerer Längs- und schwächerer Querstreifung (an der leeren Cuticula deutlich zu sehen). Länge mit Stachel 36—120 μ; ein Exemplar zeigte 38 μ Länge und 17 μ Breite. Besonders schön ist das Tier in tordiertem Zustand, wenn es sich langsam durchs Wasser schraubt. Oft sieht man es flach, bald darauf tordiert. Häufig in allen Mooren, aber stets einzeln. April bis September.

16. April 1903 fand ich in den Weiherwiesen und 28. April 1905 in einem *Sphagnum*-Tümpel an der Dürrheimer Grenze *Ph. longicauda* encystiert. Die Cysten hatten eine Länge von 34—40 μ bei einer Dicke von 12—16 μ, hatten eine hyaline, wie ein aus zwei Teilen geflochtener Zopf gedrehte Hülle ohne Stachel, aber zuweilen mit kleinem Köpfchen an einem Ende, und durch die Hülle schimmerte der lanzettförmige grüne Körper ohne Augenfleck hindurch.

e) *Ph. pyrum* St. Länge 28—32 μ. Auf allen Mooren häufig. Mai bis September.

27. April 1905 traf ich das Tier in einem mit Eisenhydroxyd erfüllten Graben beim Mooswäldle häufig; die Spiralstreifung der Membran trat in lebendem Zustand nicht deutlich hervor, wie an andern Exemplaren. Zwischen den beweglichen Tieren sah ich viele Cysten.

5. *Cryptoglena* Ehrbg. *C. pigra* Ehrbg. Länge 21 μ, Dicke 8 μ (in den Büchern kleinere Maße). Bewegt sich sehr rasch, gewöhnlich in ziemlich gerader Richtung, um die Längsachse sich drehend und hin und her wackelnd, zuweilen auch in Bögen. Schwenningen; Weiherwiesensümpfe häufig. April 1905.

II. Familie. Astasiida.

1. *Astasia* Duj. a) *A. margaritifera* Schmarda. Länge 44—60 μ. Kriecht zuweilen mit metabolischen Krümmungsbewegungen. Häufig im Torfwasser. März bis September.

Ein im September 1903 im Kugelmoos gefundenes Tier hatte eine Makrogonidie von *Sphaerella pluvialis* verschluckt und war infolgedessen sehr kurz und dick spindelförmig.

b) *A. curvata* Klebs. Länge 45 μ. Ebenso häufig. März bis September.

2. *Distigma* Ehrbg. *D. proteus* Ehrbg. Länge 100 μ. Häufig in allen 3 Mooren. März bis September.

Sehr auffallend durch ihre metabolischen, während des Schwimmens ausgeführten Bewegungen. S. Blochmann und Eyferth.

3. *Menoideum* Perty. a) *M. pellucidum* P. Länge 40 μ. Häufig in allen Mooren. Mai bis September.

b) *M. incurvum* Klebs. Länge 20 μ. Je und je. Mai 1903.

4. *Sphenomonas* Stein. *S. terres* Klebs. Im Moorwasser je und je. März bis September.

III. Familie. Peranemida.

„Stoffwechselprodukte: Fett und Paramylon." Senn.

1. *Euglenopsis* Klebs. *E. vorax* Kl. Länge bis 30 μ (gewöhnlich werden etwa 24 oder 20—26 μ angegeben). Schwenningen und Schonach je und je. August 1902.

2. *Peranema* Stein. *P. trichophorum* St. Länge bis 80 μ. Häufig auf allen Mooren, besonders zwischen Euglenen, die sie verzehrt. Ich sah ein Exemplar, das eine solche verschluckt hatte, deshalb unförmlich eckig war und grünlich schimmerte. März bis September.

3. *Urceolus* Meresch. *U. cyclostomus* M. Länge 35 μ. Je und je. Besonders merkwürdig in kontrahiertem Zustand. August 1902.

4. *Petalomonas* Stein. a) *P. mediocanellata* St. Länge 24 μ. Häufig in allen Mooren. März bis September.

b) *P. Steini* Klebs. Länge 50 μ. Wolfbauernmoor. August 1902.

5. *Heteronema* Stein. a) *H. acus* St. Länge 48 μ. Sehr metabolisch. Je und je.

b) *H. globuliferum* St. Länge etwa 50 μ. Tier oft mit Nahrungsballen, zuweilen grünlich schimmernd. Nicht selten. März bis September.

c) *H. spirale* Klebs. Ganzer Körper stark schraubig gedreht. Länge 48 μ. Im Schwenninger Moor nur einmal gesehen: 28. August 1903.

d) *H. nebulosum* Kl. Länge bis 100 μ. Nicht selten in allen Mooren. März bis September.

6. *Tropidoscyphus* Stein. *T. octocostatus* St. Länge 38—40 μ. Dicke 18 μ. Die 8 Rippen verlaufen etwas schraubig (nicht parallel mit der Achse, wie es die Bilder in Blochmann und Eyferth darstellen). Schwenningen und Schonach nicht selten. Juli und August 1902, 1903 und 1905.

7. *Anisonema* Duj. *A. acinus* Duj. Länge 26—40 μ. Heftet sich oft mit der Hintergeißel fest, schnellt und schlägt im Schwimmen eine andere Richtung ein. Häufig in allen Mooren. März bis September.

8. *Entosiphon* Stein. *E. sulcatum* St. Länge 24 μ. Je und je. August 1902 im Schwenninger Moor.

9. *Dinema* Perty. *D. griseolum* P. Länge 70—80 μ. Oft schwärzlich. Kriecht träge zwischen Algen umher, oft sich zwischen denselben hindurchdrängend und schlängelnd. Schwenningen in Torfsümpfen je und je. März bis September.

V. Klasse. Infusoria, Aufgußtierchen.

I. Unterklasse. Ciliata, Wimperinfusorien.

I. Ordnung. Gymnostomata.

I. Familie. Enchelina.

1. *Holophrya* Blochmann. a) *H. simplex* Schewiakoff. Gedrungen ellipsoid. Mund polar, als kleiner Kegel vorstehend; von demselben zieht auf der Bauchseite ein ziemlich langer Schlund hin. Wimpern ziemlich lang. Kontraktile Vakuole terminal. Länge 30—40 μ, Dicke 25—28 μ. Bewegt sich gleichmäßig um die Längsachse rotierend; beim Anstoßen an einen Gegenstand schnellt es stark seitwärts. Oft schwimmt es längere Zeit in einem kleinen Kreis herum oder steht eine Zeit lang still.

Dieses von Schewiakoff auf den Sandwichinseln entdeckte schöne Infusor fand ich im Schwenninger Moor (Moosweiher und Weiherwiesen) im April 1903 sehr häufig, im April 1905 nicht so häufig, im Mai und Juni seltener (Juni 1903 in einer Torflache im Stich), in späteren Monaten nicht mehr, jedoch August 1903 im Blindenseemoor mit außerordentlich langen Wimpern. Am 21. April 1903 sah ich es in Teilung.

b) *H. coleps* Bütschli. Länge 400 μ. Schwenningen und Schonach je und je. Mai bis September.

2. *Enchelys* Ehrbg. *E. farcimen* Ehrbg. Länge 50 μ. Frißt ziemlich große Infusorien. Selten. September 1903. Schwenningen.

3. *Spathidium* Duj. *Sp. spathula* (O. F. Müller). Länge 150 μ. Nur farblos und in sehr gestreckter, schlanker Form gesehen. Rotiert um die Längsachse, beschreibt aber mit dem schief abgestutzten Vorderteil einen viel größeren

Kreis als mit dem Hinterende, Bewegung also wackelnd. Schwenningen mehrmals gesehen. August und September 1903.

4. *Urotricha* Clap. et Lachm. a) *U. farcta* Clap. et Lach. Länge bis 40 μ. Sehr häufig in allen Mooren. März bis September.

Fällt durch charakteristische Bewegungen auf: es schwimmt langsam in Kreislinien, macht dann plötzlich einen Sprung oder schießt geradlinig fort.

b) *U. globosa* Schew. Länge 20—24 μ. Macht ebenfalls Seitensprünge. Veenhuser Moor in Wasser vom Wolfsmeer zwischen *Batrachospermum vagum*. August 1905.

5. *Perispira* Stein. *P. ovum* St. Länge 55 μ. Das Tier ist meist durch aufgenommene Nahrung grün gefärbt. Schwimmt langsam; zuweilen geht es in schnellere rotierende Bewegung über. Schwenningen selten. September 1903.

6. *Prorodon* Blochm. a) *P. ovum* (Ehrbg.). Länge über 100 μ. Ich fand es stets durch Zoochlorellen grün gefärbt. Bewegung langsam. Schwenningen und Schonach je und je. April bis August.

b) *P. niveus* Ehrbg. Länge 360—400 μ. Fällt durch breit gedrückte, vorn schief abgestutzte Form und wackelnde Bewegung (wie bei *Spathidium*) auf. Schwenningen zwischen *Utricularia*, *Sphagnum cuspidatum* var. *plumosum* und Algen je und je. Juni und September 1903.

c) *P. taeniatus* Blochm. Länge 280 μ. Schonach, Blindenseemoor. August 1902.

d) *P. griseus* Clap. et Lachm. Länge 100—105 μ. Farbe ziemlich dunkel. Schwenningen und Schonach je und je. April bis September.

e) *P. discolor* (Ehrbg.). Länge 120 μ. Schwenningen je und je April bis September. — Die Tiere waren von aufgenommener Nahrung ziemlich dunkel.

f) *P. teres* Ehrbg. Länge 80—180 μ. Etwas metabolisch: eiförmig bis fast dick walzenförmig. Stäbchenapparat sehr fein (bei Lampenlicht deutlich sichtbar), Ektoplasma dick radiär gestreift. Kontr. Vak. terminal. Makronukleus rundlich. Bewegung viel langsamer als bei den andern Arten; es wälzt sich wie ein dunkler Muff durchs Gesichtsfeld und drängt sich mit seinem schmiegsamen Körper zwischen Wasserpflanzen hindurch. Ich beobachtete, wie es massenhaft *Trachelmonas volvocina* verzehrte. — Schwenningen und Schonach häufig. März bis September. Moorform.

7. *Dinophrya* Bütschli. *D. Lieberkühni* B. Länge gegen 100 μ. Bewegt sich mit großer Schnelligkeit, zuweilen auch sprungweise. Schwenningen öfter gefunden, sonst selten. August 1902 und 1903.

8. *Lacrymaria* Ehrbg. a) *L. apiculata* (Clap. et Lachm.). Länge 150—160 μ. Bewegung langsam. Scharenweise in lang stehendem Torfwasser von Schwenningen gefunden August 1902, mehr vereinzelt in frischem. August 1903.

b) *L. lamella* (O. F. Müller). Länge 315—370 μ. Körper bandförmig abgeplattet, breit, nicht spiralig gestreift, Hals lang,

dünn. Mundzapfen schwach entwickelt. Der Mund kann stark erweitert werden. Kontr. Vak. terminal. Bewegung langsam. Verschlingt größere Infusorien. Schwenningen häufig. April bis August.

c) *L. vermicularis* (Ehrbg.). Länge 120 μ. Die von mir (August 1903) im Schwenninger Moor gefundenen Exemplare waren farblos.

d) *L. olor* Ehrbg. Länge ohne Hals bis 200 μ. Einmal sah ich ein Exemplar in Teilung. Nicht selten in allen Mooren. April bis September.

e) *L. elegans* Engelm. Länge 150—170 μ. 3 Vakuolen. Schwenningen nicht häufig. August 1902 und 1903.

9. *Actinobolus* Stein. *A. radians* St. Durchmesser im Ruhezustand ohne die körperlangen oder längeren Tentakeln 56 bis 100 μ.

Das prächtige Infusor macht im Ruhezustand, wenn man die zahlreichen feinen Wimpern beim ersten Anblick übersieht, den Eindruck eines Heliozoons. Nach längerem Stillstehen zieht es plötzlich die Tentakeln ein und geht in schnelle rotierende Bewegung über. Ich bekam es mehrmals zu Gesicht, und zwar August 1902 und 1903 im Schwenninger Moor. Die Längsrippen zwischen den Cilienfurchen traten sehr deutlich hervor, die Tentakeln waren jedoch viel feiner als nach den bildlichen Darstellungen von Blochmann und Eyferth, fast noch feiner als nach Bütschli.

10. *Coleps* Ehrbg. a) *C. hirtus* Ehrbg. Länge bis 50 μ. Oft fast schwarz. Sehr häufig in allen, auch den ostfriesischen Mooren zwischen Algen und organischem Detritus; je und je mit Zoochlorellen. März bis September.

Einst fand ich ein Tier, bei welchem $^1/_4$ des Leibes fehlte (es war wohl mit der Präpariernadel zerschnitten worden), das aber trotzdem sich flott fortbewegte. Ein anderes Exemplar sah ich mit einem ziemlich langen Fadenstück von *Oscillatoria limosa* im Mund, halb im Leib, halb außerhalb desselben, lustig umherschwimmen.

b) *C. amphacanthus* Ehrbg. Länge 60 μ. Schwenningen und Dürrheim häufig. März bis September.

Beide Arten sah ich oft in Teilung. Bei derselben wird der Panzer halbiert und die fehlende Hälfte für jeden Sprößling neu gebildet, so daß man häufig Individuen mit fertigen und unfertigen Panzerhälften, bezw. nackten Hälften findet.

II. Familie. Trachelina.

1. *Amphileptus* Clap. et Lachm. Nahrung vorzugsweise Vorticellen.

a) *A. Carchesii* St. Länge ausgestreckt 200—280 μ (Eyferth: bis 160 μ). Biegt das Hinterende gern um einen Algenfaden und streckt sich aus, den Rüssel hin und her bewegend. Je und je in klarem Torfwasser. April bis September.

b) *A. Claparedei* St. Länge 84—200 μ. Öfter beobachtete ich dieses Infusor, wie es sich, von einer Schar *Stylonychia* und anderen Hypotrichen umgeben, hinter Detritus versteckte, rasch hervorschnellte, um auf dieselben Jagd zu machen, und dann wieder in seinem Versteck verschwand. April bis September.

2. *Lionotus* Wrzesn. a) *L. anser* (Ehrbg.). Länge über 300 μ. Häufig zwischen Wasserpflanzen. April bis September.

b) *L. fasciola* Ehrbg. Länge 100—200 μ. Einmal fand ich das Tier dunkelgrün gefärbt mit verletztem Rüssel. Häufig. April bis September.

c) *L. varsaviensis* Wrzesn. Länge 100 μ. Je und je. Mai bis August.

3. *Loxophyllum* Duj. *L. meleagris* Duj. Länge 300—360 μ. Einmal fand ich das Tierchen am zerdrückten Leichnam eines *Brachionus Bakeri* schmausend. Je und je. Mai bis August.

4. *Trachelius* Clap. et Lachm. *T. ovum* Ehrbg. Länge 120—320 μ. Meist bräunlich, nicht selten aber auch farblos, durchsichtig. Schwimmt bald rechts, bald links rotierend, oft auch rückwärts. Schwenningen nicht selten, im Veenhuser Moor ziemlich häufig, hier nur hyalin und ziemlich klein (120—160 μ lang) gefunden. In durchsichtigem Zustand sah ich im Schwenninger Moor im Juni 1903 ein Exemplar von 250 μ Länge. Ganz deutlich schimmerte der ellipsoidische Makronukleus mit anliegendem Mikronukleus durch. Das Tier war außerordentlich schmiegsam, schob sich unter dem Deckglas zwischen Pflanzen und Detritus hindurch. Gefunden Juni bis September.

5. *Dileptus* Duj. *D. gigas* Wrzesn. Länge 300—1000 μ und mehr. In allen drei Mooren häufig. April bis September.

Das Tier liegt oft längere Zeit ruhig, schnäbelt aber fortwährend nach allen Seiten herum und biegt den langen Rüssel in Schlingen wie *Lacrymaria olor;* besonders schön nimmt es sich aus, wenn der Rüssel spiralig aufgerollt wird. Es ist sehr gefräßig, verschlingt oft große Rotatorien; ich sah einen *Dileptus* mit sehr aufgetriebenem Leib, in demselben ein ansehnliches Rotator aus der Familie der Philodiniden. Beim Zerteilen einer Algenmasse begegnete mir einmal das Mißgeschick, einen *Dileptus* zu zerschneiden. Der Schnitt trennte den vorderen Teil mit Mund und Rüssel ab. Beide Teile bewegten sich in der diesem Tier eigenen Art weiter. Leider versäumte ich, das fernere Geschick der beiden Teile zu beobachten.

6. *Loxodes* Clap. et Lachm. *L. rostrum* Ehrbg. Länge 450—580 μ. bei komprimierten Exemplaren weniger, Protoplasma gelblich bis braungelb. ähnlich wie bei *Trachelius* vakuolisiert. Schwenningen nicht selten, besonders im Moosweiher und in den Weiherwiesen. Gefunden Juli bis September.

III. Familie. Chlamydodonta.

1. *Nassula* Ehrbg. a) *N. elegans* Ehrbg. Länge 100—140 μ. Die grünlichweiße Grundfarbe wird durch blaue, violette und braune Nahrungsvakuolen unterbrochen. In allen drei Mooren nicht selten zwischen Lemna und Algen. März bis September.

b) *N. lateritia* Clap. et Lachm. Länge 64—72 μ. Oft massenhaft im Torfwasser. März bis September.

2. *Chilodon* Ehrbg. a) *Ch. caudatus* Stokes. Länge 40 μ. Wolfsmeer bei Veenhusen August 1905.

b) *Ch. uncinatus* Ehrbg. Länge bis 60 μ. In allen drei süddeutschen Mooren häufig. März bis September.

c) *Ch. cucullulus* Ehrbg. Länge bis 190 μ. In allen Mooren häufig zwischen Algen, oft mit Navicellen im Leib. März bis September.

d) *Ch. Steini* Blochm. Länge über 300 μ. Durch zahlreiche Körnchen dunkel. Schwenningen August 1902.

3. *Opistodon* Stein. *O. niemeccensis* St. Länge etwa 100 μ. Kriecht auf dem Bauch im Schlamm der Torfwässer. Schwenningen August 1902 und 1903 je und je. Moorform!

4. *Trochilia* Stein. *T. palustris* St. Länge 20—30 μ. In allen Mooren je und je, einzeln. Mai bis September.

II. Ordnung. Trichostomata.

I. Unterordnung. Aspirotricha.

I. Familie. Chilifera.

1. *Leucophrys* Stein. *L. patula* Ehrbg. Länge 80—150 μ. Mit deutlicher Längsstreifung. Frißt kleinere Infusorien. Schwenningen und Schonach nicht häufig. August und September 1902.

2. *Glaucoma* Ehrbg. a) *G. scintillans* Ehrbg. Länge 30—40 μ. Oft in Teilung gesehen. Häufig März bis September.

b) *G. pyriformis* (St.). Länge 36—80 μ. Nicht selten. März bis September.

3. *Frontonia* Clap. et Lachm. a) *F. leucas* Cl. et L. Länge 210—320 μ. Dorsoventral abgeflacht, verkehrt gestreckt eiförmig. Rechts neben dem Mund 3 Cilienreihen, die sich in einer rinnenförmigen Einsenkung bis ins hintere Körperdrittel fortsetzen. Membran dicht mit Trichocysten besetzt. Makronukleus ellipsoid mit mehreren anliegenden Mikronuklei, in der Lage wechselnd, meist im hinteren Drittel. Kontraktile Vakuole rechts etwa in der Körpermitte, mit ungefähr 10 zuführenden, oft geschlängelten Kanälen; Porus auf dem Rücken. Nährt sich von Diatomeen, Desmidiaceen, Oscillatorien und andern Algen.

Ich fand dieses charakteristische Infusor nicht selten im Schwenninger Moor, besonders August und September in länger stehendem Torfwasser. Die Farbe der beobachteten Tiere war stets bräunlich, nie von Zoochlorellen grün, die Gestalt in schwimmendem Zustand gestreckt. Sie hielten sich gern im Detritus auf und verschlangen verschiedene Algen, vorwiegend Diatomeen, Oscillatorien, *Closterium*, *Cosmarium*. Eines hatte zwei große Oscillatorienfäden im Leib; einen dritten, ziemlich langen schob es bis zum Hinterende hinein und schwamm damit herum, mußte ihn aber, da er nicht abzuknicken war, wieder von sich geben. In einer

andern *F. leucas* sah ich große Diatomeen, *Oscillatoria princeps* und *Anabaena*. Bewegung unter dem Deckglas anfangs ziemlich rasch, später bei Wassermangel träge hin und her schleichend.

b) *F. lurida* (Ehrenberg). Länge 210 μ. Drehrund, eiförmig, vorn auf der linken Seite weniger dick als auf der rechten. Mund um $^1/_4$ der Körperlänge vom Vorderrande entfernt; am Hinterende 6—8 lange, bewegliche Borsten. Kontraktile Vakuole linksseitig, etwas dorsoventral. Makronukleus kugelig-ellipsoidisch. Membran mit zahlreichen Trichocysten. Dunkel gefärbt, fast undurchsichtig. Das Tier ist sehr gefräßig; es hatte bei der Untersuchung ein *Cosmarium botrytis*, ein Fadenstück von *Oscillatoria limosa*, mehrere unkenntliche Algen und eine mit Öltropfen erfüllte Schale von *Cypris* im Leibe. Während der Beobachtung stieß es die leere Schale der oben genannten Desmidiacee zu einer großen Afteröffnung aus. Nach Blochmann selten! Ich fand das Infusor 14. Juli 1905 mit *Spirostomum teres* im Schlamm des Moosweihers, 31. Juli 1905 auch an der Dürrheimer Grenze. Ein hier gefundenes Exemplar hatte drei große Stücke eines Oscillarienfadens im Leibe. Wohl Moorform!

4. *Colpidium* Stein. *C. colpoda* St. Länge etwa 100 μ. In längerstehendem Moorwasser sehr häufig. März bis September.

5. *Colpoda* O. F. Müller. *C. cucullus* O. F. M. Länge etwa 80 μ. Schwimmt auf der Seite. Häufig im Torfwasser, doch nicht so zahlreich wie vorige Art. März bis September.

6. *Uronema* Duj. *U. griseolum* Maup. Länge 30—60 μ. Sehr häufig in seichten Torfwässern, besonders da, wo der Schlamm mit *Beggiatoa* überzogen ist, z. B. am Ufer des Moosweihers. März bis September.

II. Familie. Mikrothoracina.

1. *Cinetochilum* Perty. *C. margaritaceum* P. Länge 30—35 μ. Häufig zwischen Pflanzen. März bis September.

Hier schließt sich an die seltene Art

2. *Drepanomonas dentata* Fresen. Fig. 4. Ma = die beiden Makronuklei (nach Bütschli eingetragen), cV = kontraktile Vakuole. Formbeständig, Pellicula panzerartig. Körper seitlich stark zusammengedrückt, von der Seite gesehen halbmondförmig, im Querschnitt durch die Mitte schmal eiförmig, mit je zwei starken, ziemlich scharf gekielten Längsrippen und tiefen Furchen dazwischen auf den Seiten. Bauchkante konkav, mit gebogen dreieckigem Vorsprung in der Mitte, mehreren schwächeren und einem starken Zahn an den Rändern der Kante, dieser nahe des einen spitzen Endes gelegen. Bewimperung spärlich, hauptsächlich auf dem Rücken und an den

Seiten entwickelt. Mund hinter dem dreieckigen Vorsprung an der Bauchseite. Kontraktile Vakuole deutlich sichtbar, etwa in der Mitte der Bauchseite, nicht weit vom Rande, meist unter der der Bauchkante genäherten Rippe. Makronukleus nach BLOCHMANN zweigliederig, ohne Färbemittel, auch bei Behandlung mit Essigsäure nicht sichtbar. Länge 60—64 μ, Breite 24—28 μ. Bewegt sich meist langsam auf der Seite, je und je schneller, auch langsam rotierend um die Längsachse, was bei der zusammengedrückten Form seltsam erscheint.

Nach BLOCHMANN (1895) noch unvollständig bekannt, im Schwenninger Moor ziemlich häufig, oft in jedem Tropfen einige Exemplare. Ich beobachtete es 1903 vom April bis September, ebenso 1905 vom April bis August. Wohl Moorform!

III. Familie. Paramaecina.

Paramaecium STEIN. a) *P. caudatum* EHRBG. Länge 120—320 μ. Oft sehr häufig im Moorwasser. Beim längeren Stehen desselben beobachtete ich, wie auch bei den folgenden Arten, häufig Konjugation. März bis September.

b) *P. aurelia* (O. F. MÜLLER). Länge 100—250 μ. Nicht so häufig wie vorige. März bis September. — Ein seltsames Exemplar von 186 μ Länge und 80 μ Breite fand ich August 1903. Das Tier war vorn kurz, hinten schwach zugespitzt, im Umriß verbogen eiförmig, mit dicker, gelblicher Körperbedeckung.

c) *P. bursaria* FOCKE. Länge 60—150 μ. Meist von Zoochlorellen schön grün gefärbt. Trichocysten sehr zahlreich, schon an lebenden Tieren deutlich sichtbar, bei toten sieht man sie herausgeschleudert an der Oberfläche liegen. Besonders im Frühling häufig, später etwas seltener in allen, auch in den ostfriesischen Mooren. März bis September. Ob Moorform?

Selten fand ich das Tier farblos, also ohne Zoochlorellen, so besonders im oben erwähnten Graben an der Dürrheimer Grenze, der mit Schwefelbakterien erfüllt war; neben farblosen schwammen aber auch grüne Individuen. — Prächtig ist bei grünen Tieren die Rotation des Entoplasmas zu sehen, besonders schön bei Lampen- oder Gaslicht. — Wie *P. aurelia* nicht selten mit dem Parasiten *Sphaerophrya pusilla*. S. auch *Urostyla grandis*.

Junge, eben aus Teilung entstandene Individuen sind etwas schwer kenntlich; mehrmals sah ich sie auf den ersten Blick als eine andere Art an. Sie haben eine verbogen herzförmige Gestalt, eine kontraktile Vakuole vorn am herzförmigen Ausschnitt, die andere hinten gegen die stumpfe Spitze. Länge 50—60 μ. Plasmaströmungen sehr schön.

d) *P. putrinum* Clap. et Lachm. Länge 90—120 μ. Ähnlich *P. bursaria*. aber etwas schlanker und ohne Zoochlorellen, jedoch mit Trichocysten (nach Blochmann fast stets ohne solche). In allen, auch den ostfriesischen Mooren, aber seltener. Mai 1903 und August 1905.

IV. Familie. Urocentrina.

Urocentrum Nitzsch. *U. turbo* (O. F. M.). Länge 50—100 μ (ein Exemplar war 56 μ lang, 48 μ dick). Schwimmt rasch, um die Längsachse rotierend, oft längere Zeit an derselben Stelle wie ein Kreisel. Einmal sah ich das Tierchen in Teilung. In allen Mooren nicht selten. März bis September.

V. Familie. Pleuronemina.

1. *Lembadion* Perty. *L. bullinum* (O. F. Müller). Länge 60—80 μ. Bewegung meist in gerader Richtung, oft wackelnd und um die Längsachse rotierend, zuweilen auch kreisend. Schwenningen und Veenhusen in frischem Torfwasser, nicht häufig. August 1902 und August 1905.

2. *Pleuronema* Duj. *P. chrysalis* St. Länge 70—80 μ. Die Tiere liegen oft längere Zeit still auf der Seite, die undulierende Membran bewegend, und schwimmen dann, besonders bei Beunruhigung, kurze Zeit rasch umher. In allen auch den ostfriesischen Mooren, aber nur je und je, besonders zwischen Pflanzen. August 1902 und 1905.

Bei den Exemplaren von Veenhusen war die undulierende Membran meist zerschlitzt und in mehrere rundliche Stücke zerteilt.

3. *Cyclidium* Ehrbg. *C. glaucoma* Ehrbg. Länge 24 μ. Liegt gleichfalls längere Zeit ruhig und schießt dann in wechselnder Richtung tanzkäferartig umher. In verdorbenem Moorwasser sehr häufig. März bis September.

II. Unterordnung. Spirotricha.

A. Heterotricha.

I. Familie. Plagiotomina.

1. *Blepharisma* Perty. a) *B. lateritia* St. var. *minima* Roux. Länge 68 μ, Breite 16 μ. Etwa von der Form eines Winzermessers. Makronukleus deutlich sichtbar, ellipsoid, schief zur Längsachse. Kontraktile Vakuole hinten. Farblos. Selten! Im Moosweiher gefunden April und August 1903.

b) *B. musculus* (Ehrbg.). Länge 70 μ. Nur einmal (September 1903) im Moosweiher gefunden. Abbildung s. Bütschli, Protozoen.

2. *Plagiopyla* Stein. *P. nasuta* St. Juli 1905 im Blindsee zwischen Algen (*Mougeotia*, *Gymnozyga*, *Ulothrix*) an der Oberfläche des Wassers.

3. *Spirostomum* Ehrbg. a) *Sp. ambignum* Ehrbg. Schnellt auf äußeren Reiz zusammen. Länge 1—3 mm, also größtes Infusor. Oft in großer Menge gefunden, besonders in langstehendem Torfwasser mit Schlamm. April bis September. Teilweise Moorform.

b) *Sp. teres* Clap. et Lachm. Wenig schnellend. Länge 150—800 μ (also länger als Blochmann und Eyferth angeben). Körper fast stets heller gefärbt als bei voriger Art, hinten meist sehr verschmälert, manchmal sogar schwanzartig ausgezogen (Eyferth: „Vorn stärker verengt als hinten, hinten abgestutzt"). Ebenso häufig als vorige Art auf dem Boden der Torfwässer. März bis September. Vorwiegend Moorform.

II. Familie. Bursarina.

1. *Condylostoma* Duj. *C. vorticella* (Ehrbg.). Länge 80 μ. Dick beutelförmig; Nukleus rosenkranzförmig, kontraktile Vakuole groß, seitlich am Hinterende; Streifung fein. — Ich fand dieses seltene schöne Infusor nur einmal (August 1903) im Moosweiher (es hält sich am Grunde auf), ziemlich durchsichtig, aber nicht wie gewöhnlich mit gerundeten Formen, sondern mit eckigen, fast geradlinigen Umrissen. Bewegung drehend und wälzend, etwas wackelnd, mehr rückwärts als vorwärts gehend.

2. *Bursaria* O. F. Müller. *B. truncatella* O. F. M. Länge nur 120—500 μ, also im Moor zwerghaft (sonst bis 1,5 mm). Nur zweimal gefunden: April 1903 Schwenningen und Juli 1905 im Wolfbauernmoor. In den kleinen Maßen Moorform.

In diese Familie gehört auch folgendes, von mir nur einmal (August 1903) gefundenes Infusor, ob *Bursaridium Schewiakoffi?* S. Fig. 5. N = Nukleus, c V = kontraktile Vakuole. Länge 70 μ. Gestreckt beutelförmig, vorn von rechts nach links schief abgestutzt, hinten abgerundet. Ein trichterförmiges Peristom reicht bis gegen die Mitte und trägt an der linken Seite eine ziemlich große adorale Zone. Streifung regulär, Bewimperung fein. Nukleus bohnenförmig (ohne Färbung deutlich sichtbar), in der Nähe des Peristomrandes gelegen; kontraktile Vakuole in derselben Körperzone.

III. Familie. Stentorina.

1. *Climacostomum* Stein. a) *C. virens* St. Länge 120—360 μ. Meist mit Zoochlorellen (nur einmal April 1905 im periodischen Tümpel ohne solche). In allen 3 Mooren zwischen Algen häufig (in Schonach sehr häufig, aber immer klein: 120—160 μ). April bis September. In den kleineren Maßen Moorform.

b) *C. patulum* St. Länge 120 μ. Seltener. Juni 1903 in einem Weiher auf der Dürrheimer Grenze.

2. *Stentor* Oken. a) *St. polymorphus* Ehrbg. Länge 700—800 μ. Nie traf ich das Tier in einer Gallerthülse, selten farblos, fast immer mit Zoochlo-

zellen, die Oberfläche mit langen Tastborsten. Im Körper sieht man deutliche Plasmaströmungen. Das Tier nimmt oft die sonderbarsten Formen an. Einmal sah ich es kontrahiert mit eckiger Umgrenzung, sogar wie ein oben zugenähter Sack, unten mit 2 Zipfeln; ein andermal ausgestreckt, im vorderen Drittel geknickt mit einem großen ellenbogenförmigen Fortsatz und zwei kleineren Ecken an demselben (fast anzusehen wie der Hammer des menschlichen Ohrs); ein drittes Mal farblos mit 2 Spitzen am Fuß. Sehr häufig in allen Mooren. März bis September.

b) *St. caeruleus* Ehrbg. Länge 600—750 μ. Farbe tief grünblau. Schwenningen und Schonach je und je. April bis September.

c) *St. Roeseli* Ehrbg. In festsitzendem Zustand meist mit Gehäuse, dieses aber oft schwer zu sehen. Häufig in allen Mooren, besonders im Schwenninger und Dürrheimer, hier oft an *Chara fragilis* festsitzend. April bis August.

d) *St. Barretti* Barrett. Prächtiges, schlankes Tier von 500—600 μ Länge. Festsitzend mit oft schwer sichtbarer Gallerthülse. Stirnfeld verhältnismäßig klein, schief zur Längsachse, an der Bauchseite tief eingeschnitten, ohrförmig in zwei ungleiche Lappen geteilt, am Rand mit stachelartigen Tastborsten; sehr lange stehen auch am Körper, besonders am Fuß. Gewöhnlich hell, durchsichtig, zuweilen aber auch dunkler. Ich sah, wie ein Tier sich aus der Gallerthülle losmachte, zusammenzog und davonschwamm. Beim Schwimmen ragt am Hinterteil eine kleine Warze (Haftorgan) hervor. Schwenningen nicht selten. August 1902; April bis August 1903.

e) *St. igneus* Ehrbg. Länge 440 μ. Nukleus ellipsoid. Entoplasma mit Zoochlorellen, Ektoplasma mit dunkelbraunrotem Pigment. Schwenningen nicht häufig; Schonach häufig. August 1902.

f) *St. niger* Ehrbg. Länge 230—800 μ (Eyferth: bis 250 μ). Nukleus kugelförmig. Tier sehr metabolisch. In allen drei süddeutschen, auch in den ostfriesischen Mooren (hier fand ich ihn einmal hell gefärbt) häufig. Mai bis September.

29. April 1905 sah ich dieses Tier im Dürrheimer Moor noch encystiert. die Cyste war 230 μ lang, 104 μ breit.

IV. Familie. Gyrocorina.

Gyrocoris Stein = *Caenomorpha* Perty. *G. oxyura* St. = *C. medusula* P. Länge gegen 100 μ. Sehr interessantes Tier mit stürmischer, rastloser Bewegung, Griffel dabei nach hinten und unten gerichtet. Im Mai und September 1903 öfter gesehen, besonders in länger stehendem Torfwasser, zuweilen auch mit kürzerem und ganz kurzem Griffel.

B. Oligotricha.

Familie Halterina.

1. *Strombidium* Clap. et Lachm. a) *St. viride* St. Länge 55—80 μ. Nur mit Zoochlorellen gefunden. Schwenningen und Schonach häufig, auch

auf feuchtem Torfboden, den ich mit Wasser übergossen hatte, gefunden. April bis August. Moorform.

b) *St. turbo* Clap. et Lachm. Länge 35 μ. Nicht so häufig. August 1902.

2. *Halteria* Duj. *H. grandinella* O. F. Müller. Durchmesser 40 μ. Sehr häufig. März bis September.

C. Hypotricha.

I. Familie. Oxytrichina.

1. *Urostyla* Ehrbg. a) *U. Weissei* St. Länge 250—300 μ. Nicht selten. März bis September.

b) *U. grandis* Ehrbg. Länge 300—400 μ. Sehr gefräßig, verzehrt große Infusorien und Rädertiere. Ich sah das Tier je und je mit dem schon bei *Paramaecium* genannten, zu den Succtorien gehörigen Parasiten, *Sphaerophrya pusilla*, im Leibe. Häufig. März bis September.

c) *U. viridis* St. Länge 110—160 μ. Mit Zoochlorellen. Schwenningen und Schonach in Torfstichen nicht selten; August 1902 und 1803. Moorform.

2. *Stichotricha* Perty. *St. secunda* P. Länge 120—200 μ. Leicht kenntlich an seinen eigentümlichen Bewegungen und seinem Verstecken in Schlupfwinkeln. Schwenningen und Schonach häufig, mehrmals mit Zoochlorellen gesehen. April bis September.

3. *Uroleptus* Stein. a) *U. musculus* Ehrbg. Länge bis 200 μ. Nicht selten, besonders zwischen Oscillarien. April bis September.

b) *U. rattulus* St. Länge 250—350 μ. In Torfstichen und Torfwässern ziemlich häufig. April bis September. Teilweise Moorform.

c. *U. violaceus* St. Länge 200 μ. In Torfstichen und Torfwässern je und je, besonders August und September. Teilweise Moorform.

Ein Exemplar war beim Zerteilen von Algenresten zerschnitten worden; ich fand nur noch das Hinterteil. Dieses machte jedoch dieselben zuckenden Bewegungen wie sonst das ganze Tier.

d) *U. piscis* (Ehrbg.). Länge 140—200 μ; also kleiner als sonst angegeben wird (Blochmann bis 800 μ). Zieht oft allerlei Detritus am Schwanze nach, versteckt sich auch hinter Algen und Detritus und kommt stoßweise hervor, um plötzlich sich wieder zurückzuziehen. Mehrmals sah ich das Tierchen grün, wahrscheinlich durch verschluckte Nahrungskörper. In allen, auch den ostfriesischen Mooren häufig. März bis September. In den kleineren Maßen Moorform.

e) *U. agilis* Engelmann. Länge 80 bis 90 μ. Sehr beweglich, krümmt sich oft. Nicht häufig. Mai 1903.

f) *U. mobilis* Eng. Länge 28 μ. Körper meist S-förmig gebogen. Weiher beim Wolfbauernhof Mai 1905.

4. *Onychodromus* Stein. *O. grandis* St. Länge 300—360 μ. Sehr gefräßig, verschluckt andere Infusorien, auch die der eigenen Art, *Arcella*, Diatomeen usw. Schwenningen je und je. August 1902.

5. *Gonostomum* Sterki. *G. affine* (St.). Länge 100—120 μ. Schwenningen je und je, nur grün gesehen. August 1902.

6. *Oxytricha* Ehrbg. a) *O. ferruginea* St. Länge 150 μ. Körper ziemlich breit, 3—4mal so lang, vorn ungleichseitig stumpf

zugespitzt, nach hinten erweitert und abgerundet. Beweglich, auffallend durch rostrote Farbe. Schwenningen im Flachmoor nur einmal gesehen: Juni 1903.

b) *O. pellionella* Ehrbg. Länge 80—100 μ. Häufig. April bis September.

c) *O. platysoma* Ehrbg. Länge 100 μ. Schwenningen je und je: April 1902.

7. *Stylonychia* Stein. a) *St. histrio* Ehrbg. Länge 120—140 μ. Schwenningen häufig, oft in Teilung gesehen. März bis September.

b) *St. macrostyla* (Wrzesn.). Länge 120—180 μ, Breite bis 70 μ. Schwenningen häufig. April bis September.

c) *St. mytilus* Ehrbg. Länge 100—800 μ. Nicht selten mit der parasitischen *Sphaerophrya pusilla* im Leibe. Oft in Teilung und Konjugation gesehen; letztere tritt besonders in lang stehendem Torfwasser ein. Einmal sah ich das Tier *Chlamydomonas Brauni* verschlingen, ein andermal einen Oscillarienfaden im Peristom nachschleppen, mehrmals durch aufgenommene Nahrung grün gefärbt. In allen Mooren häufig. März bis September.

d) *St. pustulata* Ehrbg. Länge 80 bis 150 μ. In allen, auch den ostfriesischen Mooren häufig, besonders in länger stehendem Sumpfwasser. Unter dem Deckglas gezüchtet, beobachtete ich viele Tiere in Teilung und Konjugation. Bei einer Teilung fand ich die hintere Hälfte auffallend kleiner und unentwickelter als die vordere. März bis September.

8. *Dipleurostyla* Roux. *D. acuminata* R. Länge 60—70 μ, Breite 35—40 μ. Öfter in Torfwasser. August 1902; Juni 1903.

9. *Balladina* Kowalewski. *B. parvula* K. Länge 40 μ. Schwenningen nicht selten. August 1902 und 1903.

II. Familie. Euplotina.

Euplotes Stein. a) *E. charon* Ehrbg. Länge 70—75 μ. Häufig in allen, auch den ostfriesischen Mooren. März bis September.

b) *E. patella* Ehrbg. Länge 90—100 μ. Durch Zoochlorellen oft grün gefärbt. Ebenso. März bis September.

D. Peritricha.

I. Familie. Vorticellina.

1. *Scyphidia* Lachm. *S. limacina* L. Länge 100 μ. Auf Gehäusen lebender *Planorbis marginatus*. August 1902.

Gerda glans Clap. et Lachm., in allen Schriften als ausgesprochene Moorform bezeichnet, fand ich in keinem der untersuchten Moore!

2. *Vorticella* Ehrbg. a) *V. microstoma* Ehrbg. Länge 30—80 μ. Häufig in allen Mooren, aber nur in verdorbenem Wasser. März bis September.

August 1903 sah ich, wie ein Schwärmer sich an einem Algenfaden (*Tolypothrix lanata*) festsetzte. Er war 28 μ lang, 8 μ dick und sein hinterer Wimperkranz bestand aus ziemlich langen Cilien. Mit dem stielartig ausgezogenen Hinterteil berührte er bei

rasch kreiselnder Bewegung immer wieder den Algenfaden und kreiste um denselben, bis er endlich an einem passenden Ort festsaß. In wenig Minuten verschwand der Cilienkranz, indem sich die Glieder desselben zu einem Ringwulst vereinigten. Der vordere Wimperkranz blieb noch längere Zeit eingezogen, spielte aber innerhalb des Peristomrandes.

b) *V. patellina* Ehrbg. Länge 68—70 μ. Schwenningen selten an *Chara fragilis* und Fadenalgen. August 1902 und Juni 1903.

c) *V. convallaria* Ehrbg. Länge 80—100 μ, Dicke 30—32 μ. Schwenningen, Dürrheim und Schonach häufig, oft sehr häufig, mehr mit als ohne Zoochlorellen. März bis September.

Unter dem Deckglas lösen sich die Tiere oft von den Stielen ab, nachdem sich ein hinterer Wimperkranz gebildet hat, mittels dessen sie umherschwärmen. Die Schwärmer sind zylindrisch, oft über 100 μ lang; besonders schön nehmen sie sich grün gefärbt aus.

d) *V. campanula* Ehrbg. Länge 100 μ. In allen 3 Mooren häufig, an *Utricularia*, Algen und anderen Wasserpflanzen oft bläuliche Wolken bildend. März bis September.

Öfter sah ich das Infusor in Teilung. Meist verblieb die eine Hälfte auf dem Stiel, während die andere sich nach Bildung des hinteren Wimperkranzes abtrennte und frei umherschwamm.

e) *V. nebulifera* Ehrbg. Länge 60—84 μ. Oft mit Zoochlorellen. In allen, auch den ostfriesischen Mooren häufig. März bis September.

Oft sah ich das Tier mit Knospen an der Seite des Hinterendes — Knospung!

f) *V. monilata* Tatem. Länge 90 μ (sonst kleiner angegeben!). Nur einmal gefunden: Kugelmoos (Stichgraben) Juli 1905.

3. *Carchesium* Ehrbg. a) *C. epistylis* Clap. et Lachm. Länge 30—50 μ. Schwenningen nicht häufig. Ich fand das Tier angewachsen an einem mit *Chlorangium stentorinum* fast ganz bedeckten *Cyclops viridis*, sonst auch an Phryganidengehäusen. April bis August.

b) *C. polypinum* Ehrbg. Länge gegen 100 μ, aber Kolonien meist nicht groß, zuweilen nur aus 12—15 Individuen bestehend. Häufig in allen Mooren. April bis September.

c) *C. Lachmanni* Kent. Nicht häufig; August 1902 fand ich in Schwenningen eine Kolonie von nur 2 Individuen, diese 140 μ lang.

4. *Epistylis* Ehrbg. a) *E. Steini* Wrzesn. Länge 54 μ, Breite 20 μ. Kolonien mit 2,4 und 10 Individuen gesehen. Moosweiher Juli 1905.

b) *E. umbellaria* Lachm. Tiere bis 140 μ lang, Kolonien doldenförmig, oft sehr groß bis zu 4 mm hoch. Nicht selten an Cyclops. April bis September.

c) *E. plicatilis* Ehrbg. Länge bis 120 μ. Schwenningen und Dürrheim je und je an *Utricularia vulgaris;* in letzterem Moor eine Cyste an *Cladophora fracta* gefunden. April bis September.

d) *E. galea* Ehrbg. Schwenningen Juni 1903 zwei Individuen von etwa 100 μ Länge auf *Utricularia*. Selten!

5. *Rhabdostyla* Kent. *Rh. brevipes* Clap. et Lachm. = *Epistylis brevipes* Cl. et L. Stiel sehr kurz, Tier fast sitzend, zylindrisch. Nach Blochmann u. a. meist in Gruppen an Dipterenlarven. Ich fand sie stets einzeln, und zwar an Ephemeridenlarven, Cyclopiden und Daphniden. Schwenningen je und je August 1902; Juni 1903.

Hierher gehört auch eine schlankere, ebenfalls zylindrische Form von 50—60 μ Länge, die ich häufig im Schwenninger Moor (August 1901—1903), seltener im Schonacher (Juli 1905) beobachtete, und zwar immer einzeln, meist auf den Borsten von Naïden sitzend, besonders von *Naïs uncinata*, *Chaetogaster niveus*, *Aeolosoma quaternarium*, einmal auch auf *Utricularia minor*. Ich möchte diese Form unter dem Namen *Rhabdostyla brevipes* Clap. et Lachm. var. *epinaïs* zur vorigen Art rechnen. In ihrem biologischen Verhalten erinnert sie an die von Möbius beschriebene marine Form, die auf den Borsten von *Arenicola* und anderen Polychaeten sich festsetzt.

6. *Opercularia* Stein. a) *O. berberina* St. Länge 108 μ (der Stiel 16 μ). Nach Eyferth an Wasserkäfern. Juni 1903 fand ich ein einzelnes Tier auf *Utricularia minor*, nachher ebendort 2 Individuen beisammen, aber auf getrennten Stielen, also aus Teilung hervorgegangen.

b) *O. cylindrata* Wrzesn. Länge 50 μ. Auf *Cyclops*, nicht häufig. April bis August.

c) *O. nutans* Clap. et Lachmann. Länge 50—60 μ. Schwenningen. Juni 1903 eine kleine Kolonie von 6—8 Individuen an *Utricularia minor*.

d) *O. articulata* Ehrbg. Juni 1903 fand ich ein jugendliches, noch ungeteiltes Tier an *Utricularia minor* (sonst kommt es an Wasserkäfern vor) in Schwenningen.

e) *O. coarctata* (Clap. et Lachm.). Länge 62—92 μ, Dicke 20 μ. Schwenningen auf *Utricularia vulgaris* Juni und August 1903.

7. *Pyxidium* Kent. *P. cothurnoides* K. Länge 50 μ. Schwenningen September 1903 freilebend gesehen (sonst auf *Cypris*). wahrscheinlich abgerissen.

8. *Ophrydium* Ehrbg. a) *O. versatile* Ehrbg. Länge ausgestreckt 300—500 μ. Stets mit Zoochlorellen. Kern lang. strangförmig, am Hinterende gabelig geteilt. Längsteilung oft beobachtet, besonders im Frühling. März bis September.

Wie oben gesagt, ist dieses Infusor eine sehr auffallende Erscheinung im Schwenninger Moor und ungemein häufig. zumal in den Weiherwiesensümpfen, im kleinen Moosweiher und in den Weihern an der Dürrheimer Grenze (1. Mai 1905 sah ich es auch im Blindensee bei Schonach, aber noch einzeln). Besonders

schön tritt es im Mai und Juni auf; im April fand ich es meist noch einzeln oder in kleinen, wenig zahlreichen Kolonien. Bis in den Sommer, ja bis in den Herbst hinein sieht man noch Kolonien, freilich nicht mehr so schön und regelmäßig. Nimmt man solche im Glase mit, so kriechen die Tiere aus ihren Gehäusen heraus und an der Glaswand empor, so daß diese bald einen grünen Überzug erhält. Unter dem Deckglas sieht man losgelöste Individuen als Schwärmer lustig umherschwimmen, entweder in gewöhnlicher Ophrydienform (hinten verdickt) mit Hilfe des vorderen Wimperkranzes, oder ähnlich den Vorticellenschwärmern (nur schlanker) mittels eines hinteren Cilienringes mit dem Hinterteil voran; von jenen sind sie jedoch durch ihr oftmaliges Zusammenschnellen leicht zu unterscheiden. Vor Bildung des hinteren Wimperkranzes entsteht an der betreffenden Stelle zuerst ein Wulst. Oft sah ich Tiere mit seitlichen Knospen, besonders losgelöste schwimmende Individuen hatten solche. Hier sehen wir also Knospung ähnlich wie bei *Vorticella nebulifera!*

In den Kolonien von *Ophrydium versatile* siedeln sich allerlei Algen und Bakterien an: Oscillatorien, *Nostoc*, *Beggiatoa*, *Calothrix* und andere.

b) *Ophrydium versatile* var. *acaulis* Roux. Tiere hinten stark angeschwollen, ausgestreckt 100—120 μ lang, hinten 20, in der Mitte 12, am Peristom 20 μ dick. Kontraktile Vakuole im ausgestreckten Zustand ein wenig hinter der Mitte. Ich fand das Tier im April 1903 und 1905 öfter, stets freilebend (oft schwimmend) und ohne Zoochlorellen (so auch August 1905 sehr häufig im Veenhuser Moor), im Blindensee April 1905 ebenfalls einzeln, teils ohne, teils mit wenig Zoochlorellen. Schwimmend machte es sehr lebhafte Bewegungen; dann setzte es sich mit dem sehr kurzen Stiel an Detritus fest, schnellte oft zusammen und blieb meist sehr lange Zeit kontrahiert.

9. *Cothurnia* Clap. et Lachm. a) *C. crystallina* Ehrbg. Gehäuse 55—180 μ lang mit ein oder zwei Tieren von 75—260 μ Länge in ausgestrecktem Zustand. Die Gehäuse meist ungestielt, hinten je und je bauchig erweitert, meist ohne Klappen. Die Tiere fand ich oft mit Zoochlorellen, das Entoplasma zeigte schöne Strömungen. Schwenningen und Dürrheim sehr häufig an *Utricularia*, *Lemna*, *Cladophora* und anderen Algen; Schonach seltener. März bis September.

August 1903 fand ich in Schwenningen an *Utricularia* auffallende Exemplare. Die Gehäuse waren etwa 160 μ lang, unten eckig bauchig erweitert, nach oben verengt, vor der Mündung wieder

bauchig, aber mit runden Formen erweitert, die Mündung selbst mit auswärts geschlagenem Rand und halbkreisförmigem Ausschnitt. Vor der oberen Erweiterung sah ich eine schief stehende Klappe (an später untersuchten Exemplaren zwei). Tiere durch Zoochlorellen grün gefärbt.

b) *C. Sieboldi* St. Länge des Gehäuses 100—120 μ. Nach Eyferth auf den Kiemen, Borsten usw. des Flußkrebses. Ich fand diese Art auf *Utricularia vulgaris*. Das Gehäuse war in der Mitte bauchig erweitert, oben schmäler und etwas gekrümmt, bräunlich. Das Tier blieb bei der Beobachtung im Bauchteil der Hülse, ohne sich auszustrecken; nur die Cilien bewegte es. Daneben sah ich ein leeres Gehäuse. Schwenningen August 1902.

c) *C. imberbis* Ehrbg. Gehäuse 100 μ lang, das Tier nur wenig länger. Auf *Cyclops*, Schwenningen nicht häufig. In einem Fall fand ich die Hülse mit einer Menge *Oikomonas mutabilis* bedeckt — ein reizendes Schauspiel. April bis August 1903.

II. Unterklasse. Suctoria, Sauginfusorien.

1. *Metacineta* Bütschli. *M. mystacina* (Ehrbg.). Ich fand dieses Tier nur zweimal im Schwenninger Moor, August 1902: Gehäuse regelmäßig, mit Stiel 60 μ lang (letzterer ziemlich lang, bedeutend länger als in den Abbildungen von Blochmann und Eyferth). trichterförmig, im oberen Teil wieder zusammengezogen; Tier kugelig etwa 24 μ im Durchmesser, mit großer Vakuole, das Gehäuse nur zum Teil ausfüllend. September 1903 sah ich ein abnormes Exemplar, dessen Gehäuse nicht sechs, sondern nur fünf Spalten zum Durchtritt der Tentakeln hatte; die Mündung demgemäß nicht sechs-, sondern fünfeckig, aber nicht regelmäßig, zwei Seiten länger als die drei anderen. Die sechste Kante war angedeutet, aber ohne Tentakeln (also wohl auch ohne Spalte). Länge des Gehäuses 50 μ. Durchmesser 40 μ, Stiel nicht sehr lang. Dagegen erreichten die Tentakeln zum Teil eine ungeheure Länge, bis zu 125 μ; die langen waren sehr dünn, am Ende gekrümmt und beweglich.

2. *Sphaerophrya* Clap. et Lachm. a) *S. magna* Maupas. Durchmesser 32—62 μ. Freilebend, Tentakeln körperlang, z. T. noch einmal so lang, mit zwei großen, exzentrisch gelegenen kontr. Vakuolen. Schwenningen und Dürrheim nicht selten. August 1902; April und August 1903.

Einmal sah ich zwei Tiere eine *Stylonychia pustulata* befallen. Das größere zog die Tentakeln ein, weil es von der Strömung unter dem Deckglas fortgerissen wurde; das kleinere sog weiter. *Stylonychia* war anfangs noch sehr beweglich und suchte den Schmarotzer durch

zuckende Bewegungen abzuschütteln, jedoch vergebens. Bald wurden die Bewegungen des Opfers langsam und hörten auf, nur die Wimpern spielten noch. Gleichzeitig mit *Stylonychia* hatte das Infusor eine Monade erfaßt und saugte sie aus. Wie ich öfter beobachten konnte, fällt *Sph. magna* besonders gern *Stylonychia* und deren Verwandte an. August 1903 sah ich ein Tier von 32 μ Durchmesser einen ziemlich großen *Uroleptus piscis* aussaugen. — Mehrmals schabte ich dieses Sauginfusor auch von Gehäusen der *Planorbis marginatus* ab.

b) *Sph. pusilla* Clap. et Lachm. Durchmesser 12—15 μ. Tier freilebend (mit wenigen kurzen, geknöpften Tentakeln) und schmarotzend. August 1902.

3. *Podophrya* Bütschli. *P. fixa* Ehrbg. Durchmesser 45—50 μ (Eyferth 10—28 μ!). Stiel von verschiedener Länge, an einem Exemplar mehrmals länger als der Körper; Tentakeln allseitig, doch an einem Individuum mehr von einer Körperhälfte als von der andern ausgehend. Schwenningen und Dürrheim ziemlich häufig; mehrmals habe ich sie von den Gehäusen der *Planorbis marginatus* abgeschabt. August 1902.

17. August 1903 beobachtete ich an einem Tier von 50 μ Durchmesser die Teilung. Dieselbe war so ziemlich gleichhälftig, der vordere Teil nur wenig kleiner als der hintere. Jener zog sich bald in die Länge (56 μ) und wurde zum Schwärmer.

4. *Tokophrya* Bütschli. a) *T. Steini* Clap. et Lachm.). Länge über 100 μ. Vom Gehäuse der *Planorbis marginatus* abgeschabt. Schwenningen August 1901.

b) *T. cyclopum* (Clap. et Lachm.). Länge 40—60 μ (Blochmann 15—20 μ, Eyferth 50 μ). Mehrere Exemplare an den Antennen eines *Cyclops*. April 1902.

5. *Acineta* Ehrbg. a) *A. linguifera* Clap. et Lachm. Länge 200 μ. Ich fand das Tier angewachsen an den Beinen einer Wassermilbe (*Hydrophantes ruber*) April 1902.

b) *A. grandis* Kent. Länge der Gehäuse 35—40 μ. Je und je. April bis September.

II. Kreis. **Vermes, Würmer.**

I. Klasse. **Rotatoria, Rädertiere.**

Wie unter den Ciliaten und Suctorien, so gibt es auch unter den Rotatorien nicht viele ausschließliche Moorformen!

I. Ordnung. **Rhizota.**

Die erwachsenen Weibchen von einer Gallerthülle umgeben, seßhaft; die Männchen, wie bei allen Rädertieren, freischwimmend.

I. Familie. Floscularidae.

1. *Floscularia* Oken. Ich fand diese Gattung im Frühjahr weit häufiger als im Sommer, oft befestigt in den Gabeln der Blattabschnitte von *Utricularia*, nicht selten auch Männchen.

a) *Fl. coronetta* Cubist. Länge bis 1 mm. Hülle zylindrisch, sehr durchsichtig, ohne beigemengte Fremdkörper gewöhnlich nicht sichtbar. In einer Hülle sah ich zarte Algenfäden von *Oscillatoria tenuis* spiralig aufgewunden; manchmal steckt die Hülle zwischen Detritus und wird durch Beimengung von Teilchen desselben erkennbar. Öfter sah ich ein oder zwei Eier in der Hülle dem Fuß anliegend. April bis September.

Neben einem Weibchen erblickte ich ein Männchen (sehr klein, wie alle männlichen Rädertiere ohne Darmtraktus, mit zwei roten Augen). Ob ein im April 1903 gefundenes Männchen von 100 μ Länge und 16 μ Dicke mit zwei deutlichen Augen, ein anderes (August 1903) von 140 μ Länge auch hierher gehörten, konnte ich nicht ermitteln; ihre Bewegungen waren sehr rasch, der Penis deutlich bewimpert.

b) *F. cornuta* Dobie. Länge 240 μ bis über 1 mm. Augen bei jüngeren Exemplaren gut sichtbar. In der langen, durchsichtigen Hülle sah ich oft Fäden von *Beggiatoa*, *Anabaena* und *Oscillatoria*. Schwenningen und Dürrheim an *Utricularia* sehr häufig. April bis September.

Einst beobachtete ich ein junges Weibchen mit kontrahiertem Fuß, ohne Hülle, von etwas über 100 μ Länge. Es zog sich oft zu einem Klumpen zusammen und sah dann aus wie ein voller Geldbeutel; aus dem zusammengefalteten Vorderteil ragten die etwa 80 μ langen Borsten des Cingulums hervor. Ergötzlich ist das Entfalten der 5 Lappen mit den Strahlenbüscheln. — Die Eier (Sommereier) finden sich meist ziemlich weit unten in der Hülle, dem Fuß anliegend, manchmal aber auch weiter oben; ein Ei war noch dem Körper angedrückt.

c) *F. ornata* Ehrbg. Länge 260—560 μ, des Eies 50 μ. Augen auch bei Erwachsenen gut sichtbar, jedoch nicht bei allen Exemplaren. An *Utricularia* in Schwenningen und Dürrheim, aber nicht so häufig wie vorige Art. April bis September.

d) *F. proboscidea* Ehrbg. Länge 460 μ bis 1 mm. Schwenningen und Dürrheim an *Utricularia* häufig. April bis September. — Ein 270 μ langes Exemplar fand ich grün gefärbt, jedenfalls durch aufgenommene Nahrung.

e) *Fl. regalis* Hudson. Länge 340 μ. Nach Weber die einzige Spezies mit sieben Zipfeln am Kopfrand. Schwenningen nur einmal gesehen: August 1903 im Moosweiher.

Das Exemplar stimmte nicht ganz mit Weber's Abbildung; die Buchten zwischen den Zipfeln waren nicht kahl, sondern mit Wimpern besetzt, wie bei *Fl. coronetta;* der Fuß war ganz gestreckt und zeigte nur im letzten Drittel Falten. — Schön konnte ich die Aufnahme der Nahrung beobachten. Ein grüner Schwärmer von *Vorticella nebulifera* kam in den Strudel und gab sich alle Mühe, demselben zu entrinnen, wurde aber mit Hilfe des langen Dorsalzipfels in den Mundtrichter geschoben. Schönes Tier.

f) *Fl. ambigua* Hudson wurde von Herrn Forstmeister Bilfinger in Wasser vom Schwenninger Moor gefunden.

II. Familie. Melicertidae.

1. *Melicerta* Schrank. *M. ringens* Sch. Gehäuse 350 μ lang. Schwenningen und Dürrheim nicht häufig; nur einige Male gefunden. August 1902 und 1903.

2. *Limnias* Schrank. *L. ceratophylli* Sch. Gehäuse 400 μ lang. Schwenningen an *Utricularia* nur einmal gefunden. August 1902.

3. *Tubicolaria* Lamarck. Räderorgan deutlich vierlappig, mit starken Randwimpern; zwei lange Lateraltaster. *T. najas* Ehrbg. Hülle groß, 655 μ lang, unten 500 μ breit, das Tier gestreckt über 800 μ lang. In der Hülle sah ich vier Eier von etwa 50 μ Länge. Ich fand dieses prächtige Tier nur einmal (Juni 1903) an *Utricularia minor* im Moosweiher. Herr Forstmeister Bilfinger sah es in großer Menge in länger stehendem Wasser von dorther. Sonst selten

4. *Cephalosiphon* Ehrbg. *C. limnias* Ehrbg. Länge 600 μ. Gefunden Mai 1903 an *Utricularia minor* im Moosweiher.

5. *Oecystes* Ehrbg. a) *Oe. crystallinus* Ehrbg. Länge älterer Tiere 540—600 μ, davon kommen auf den Fuß 300 μ, auf den Leib 240—300 μ; das Räderorgan hatte 160 μ im Durchmesser und zeigte sehr deutlich die beiden Wimperkreise: Cingulum und Trochus. Junge Exemplare, deren Gallerthüllen ohne Färbemittel nicht sichtbar waren, maßen 200—280 μ. Ventraltaster deutlich, am Ende mit Spürhaaren besetzt. Innerhalb der Gallerthülle sah ich bei verschiedenen Tieren 11—20 Eier. Schwenningen ziemlich häufig, besonders im Sphagnetum, meist mit der Haftscheibe an ein Blatt von *Sphagnum cuspidatum* var. *plumosum* befestigt.

b) *Oe. pilula* Wills. Zeichnet sich dadurch aus, daß die Gallerthülle mit eiförmigen, rotbraunen Kotpillen besetzt ist, die aber nicht so regelmäßig wie bei *Melicerta*, sondern mehr zerstreut und locker gefügt sind. Wohl Moorform! Seltener.

II. Ordnung. Bdelloida.

Familie Philodinidae.

Besonders häufig in schlammigen, größeren und kleineren Torfwässern, z. B. in den Kolken des Schwenninger Sphagnetums, im Graben mit Schwefelbakterien, auf der Dürrheimer Grenze in seichten Torflachen und Torfgräben, auch im faulschlammigen Blindensee zwischen *Batrachospermum vagum*. Schon im ersten Frühling zahlreich vorhanden.

1. *Philodina* Ehrbg. a) *Ph. roseola* Ehrbg. Länge 450 μ. Nicht häufig. Gefunden August und September 1902.

b) *Ph. aculeata* Ehrbg. Länge 360—450 μ. Sehr träg. Moorform! Schwenningen und Schonach ziemlich häufig. April bis September.

c) *Ph. macrostyla* Ehrbg. Länge 300 μ. Nicht selten in Schwenningen und Schonach. April bis September.

Je und je traf ich das Tier mit anhaftenden Fremdkörpern oder mit einer den Rumpf umgebenden Gallerthülle, in welcher sich Fremdkörper anlegen.

d) *Ph. citrina* Ehrbg. Länge 300—380 μ. Schönes Tierchen; Schwenningen und Schonach sehr häufig. April bis September.

e) *Ph. megalotrocha* Ehrbg. Länge 150—300 μ. Innere Teile sehr deutlich sichtbar. Schwenningen häufig zwischen Algen. April bis September.

2. *Rotifer* Schrank. a) *R. tardus* Ehrbg. Länge 450 μ. Augen 4—6 in 2 Längsreihen gestellt, im Alter oft zerfallend. Schwenningen ziemlich selten. April bis September.

b) *R. trisecatus* Weber, Länge 1—1,2 mm. Schwenningen und Schonach nicht selten. April bis September.

c) *R. elongatus* W. Länge 300—450 μ. Schwenningen und Schonach häufig. April bis September.

d) *R. actinurus* Ehrbg. Länge 0,855—1,240 mm. Ganz merkwürdig ist bei diesem stabförmigen Wesen die Fortbewegung, bewirkt durch das fernrohrartige Ein- und Ausziehen des Fußes. Schwenningen und Dürrheim oft gefunden. August und September 1903 und 1905. Sonst selten!

e) *R. vulgaris* Schr. Länge 200—800 μ. In allen Mooren häufig. März bis September.

Juli 1908 fand ich ein Tier von 350 μ Länge, in dessen Leibeshöhle sich ein Junges mit schönen Augen und einer Länge von 200 μ beständig drehte und wendete, so daß sein Kopf bald vorn bald hinten war. Die Geburt durch Zerreißen der Kloake konnte ich nicht beobachten.

f) *R. macrocerus* Gosse. Länge 160—250 μ. Das Tier wippt beständig mit dem sehr langen Dorsaltaster, weshalb ihm Bartsch den Namen *R. motacilla* beigelegt hat. Lebt pelagisch! Schwenningen und Dürrheim ziemlich häufig. April bis September.

g) *R. macrurus* Ehrbg. Länge 450—800 μ. In allen Mooren häufig. April bis September.

3. *Callidina* Ehrbg. a) *C. longirostris* Janson. Länge 400—600 μ. Schwenningen und Dürrheim nicht selten. April bis September.

b) *C. Brycei* Weber. Länge 200—400 μ. Seltener. April bis September.

c) *C. vorax* Jans. Länge 290—400 μ. Vorwiegend Moosform. — Öfters gefunden im Schwenninger Moor, massenhaft in *Hypnum fluitans* am Rand und auf dem Grund des periodischen Tümpels, einmal mit einem Ei (60 μ lang) im Leib und einer *Navicula* im Magen. April bis September.

III. Ordnung. Ploïma.

A. Illoricata.

I. Familie. Microcodidae.

1. *Microcodon* Ehrbg. Hirnganglion groß, violettrot; das violettrote Auge zwischen den beiden Hälften des Trochus.

M. clavus Ehrbg. Länge 216 μ. Schönes Tier mit großem Räderorgan; Bewegung sehr rasch. Nur einmal gefunden im Blindenseemoor: August 1902.

2. *Microcodides* Bergendal. *M. chloena* Gosse. Länge 180—190 μ. Auge mäßig groß, rot, Körper durch den Eierstock ziemlich dunkel. Dieses seltene Rotator fand ich auf dem Wolfbauernmoor mehrmals: August 1903.

II. Familie. Asplanchnadae.

Die Gattung *Asplanchna* Gosse habe ich in den Mooren nie gefunden!

1. *Asplanchnopus* de Guerne. *A. myrmeleo* Ehrbg. Länge 500 μ. Im Flachsmoor bei Veenhusen ziemlich häufig. August 1905.

2. *Ascomorpha* Perty. *A. helvetica* P. Weibchen 180 μ lang, Männchen 90 μ lang. Beide im Moosweiher ziemlich häufig. August 1903. Sonst selten!

III. Familie. Synchaetadae.

Synchaeta Ehrbg. *S. tremula* Ehrbg. Länge 200 μ. Kreiselförmiges Tier mit zwei ohrförmigen seitlichen Lappen am Räderorgan und 4 Tastborsten auf der Fläche desselben. Schwimmt sehr unruhig in kreiselnden Bewegungen, heftet sich zuweilen mit dem Fuße an. April 1905 im Schwenninger Moosweiher ziemlich häufig.

IV. Familie. Triarthradae.

Fuß fehlt, die Tiere leben pelagisch.

Polyarthra Ehrbg. *P. platyptera* Ehrbg. Länge 120—150 μ. Macht mittels der als Krücken dienenden Fortsätze hüpfende Bewegungen. Schwenninger Moosweiher: August 1902 und Juli 1905 öfter gefunden.

V. Familie. Notommatadae.

1. *Taphrocampa* Gosse. *T. annulosa* G. Länge 100—200 μ. Einer Asselraupe oder einem Bärtierchen ähnlich. Schwenningen und Schonach zwischen Moosen und an Pflanzen ziemlich häufig. Vorherrschend Moorform. Mai bis September.

2. *Notommata* Gosse. a) *N. aurita* Ehrbg. Länge 250—300 μ. Schwenningen häufig zwischen Algen. Mai bis September.

b) *N. ansata* Ehrbg. Länge 200—240 μ. Ebenso.

3. *Copeus* Gosse. a) *C. labiatus* G. Länge 600 μ. Kutikula oft mit einer Schleimhülle bedeckt, an welcher Fremdkörper, besonders Bakterien haften. Schwenningen häufig. Mai 1903.

b) *C. pachyurus* G. Länge über 3 mm. Schwenningen August 1903 selten! Von Herrn Forstmeister Bilfinger im Moorwasser gefunden.

4. *Proales* Gosse. a) *P. decipiens* Ehrbg. Länge 100—150 μ. Das Auge besteht aus einem roten Becher mit heller Kristallinse. Schwenningen und Schonach nicht häufig. August 1903.

b) *P. pteromyzon* Ehrbg. Länge 200 μ. Schwenningen je und je. Mai 1903.

c) *P. tigridia* Gosse. Länge 170 μ. Schwenningen und Schonach je und je. April bis September.

5. *Furcularia* Ehrbg. a) *F. gracilis* Ehrbg. Länge 120 μ. Schwenningen selten. August 1903.

b) *F. longiseta* Ehrbg. Länge 200—250 μ. Schwenningen und Schonach häufig. April bis September.

c) *F. forficula* Ehrbg. Länge 150—250 μ. Schwenningen nicht selten. April bis September.

d) *F. laetistes*. Von Herrn Forstmeister Bilfinger im Moorwasser von Schwenningen gefunden.

6. *Eosphora* Ehrbg. 3 Augen: ein großes Hauptauge mit deutlicher Kristallinse im Nacken und 2 kleine Stirnaugen.

a) *E. digitata* Ehrbg. Länge 250 μ. Schwenningen je und je. Mai bis September.

b) *E. elongata* Ehrbg. Länge 350 μ. Schwenningen. Mai 1903.

c) *E. najas* Ehrbg. Länge 280 μ. Hauptauge elliptisch. Vom Gehirn sieht man deutlich 2 Nervenfäden zu den Frontalaugen und einen zum Dorsaltaster gehen. Neben den Stirnaugen sah ich noch die den jungen Tieren eigenen schwärzlichen Pigmentflecken. Schwenningen nicht selten. Mai bis September.

7. *Diglena* Ehrbg. a) *D. circinator* Gosse. Länge 190—250 μ. Zehen zuweilen ungleich lang. Das Tier spreizt sie oft und macht zuckende Bewegungen. Schwenningen öfter gefunden, besonders zwischen *Mougeotia genuflexa*, Schonach mehrmals. Sonst selten! Mai bis September.

b) *D. catellina* Ehrbg. Länge 140 μ. Nimmt oft eine ganz charakteristische Stellung an: es befestigt sich mit den Zehen und beugt sich wagrecht nach vorn. Schwenningen und Schonach sehr häufig. April bis September.

c) *D. uncinata* Milne. Länge bis 300 μ. Gestalt spindelförmig, auf dem Rücken gewölbt. Zwei kleine, rote Stirnaugen. Fuß kurz, Zehen sehr lang, nach hinten voneinander abstehend, wenig nach der Ventralseite gekrümmt, nahe dem Ende eingeschnürt. Nicht häufig. Schwenningen August und September 1902.

d) *D. forcipata* Ehrbg. Länge bis 300 μ. Schwenningen nicht häufig. Juni 1903.

e) *D. dromius* Glascott. Von Herrn Forstmeister Bilfinger im Wasser vom Schwenninger Moosweiher gefunden. August 1903.

B. Loricata.

I. Familie. Rattulidae.

1. *Mastigocerca* Ehrbg. a) *M. bicornis* Ehrbg. Länge 400—500 μ. Schwenningen nicht häufig: August und September 1902. Flachsmoor bei Veenhausen: August 1905.

b) *M. stylata* Gosse. Länge 140 μ. Schwenningen häufiger. Mai bis September 1902.

c) *M. carinata* Ehrbg. Länge 260—320 μ. Schwenningen und Dürrheim häufig. April bis September.

d) *M. rattus* Ehrbg. Länge 300 μ; davon kommen auf die Zehe 140 μ. In den Magendrüsen sah ich ziemlich große Öltropfen. Schwenningen je und je. April bis September.

e) *M. lophoëssa* Gosse. Länge 230 μ, davon auf die Zehe 120 μ. Schwenningen selten: August 1903 im periodischen Tümpel.

2. *Coelopus* Gosse. a) *C. porcellus* G. Länge 150—330 μ. Häufig in allen Mooren. April bis September.

b) *C. tenuior* G. Länge 200—250 μ. Ebenso.

c) *C. stylatus* Eyferth. Länge 270 μ. Abfluß des Wolfbauernmoors: September 1902.

3. *Rattulus* Ehrbg. *R. cimolius* Gosse. Länge 100 μ. Schonach je und je. April bis September.

II. Familie. Dinocharidae.

1. *Dinocharis* Ehrbg. a) *D. paupera* E. Länge 265 μ. Schonach nicht häufig: August 1903.

b) *D. pocillum* E. Länge 200—320 μ (1 Exemplar mit Fuß 280 μ, ohne Fuß 160 μ). Häufig in allen Mooren. April bis September. Vorwiegend Moorform.

c) *D. tetractis* E. Länge 240—380 μ. In allen Mooren häufig, Schonach oft massenhaft. April bis September. Ob teilweise Moorform?

2. *Scaridium* Ehrbg. *S. longicaudum* Ehrbg. Länge 320—380 μ (Eyferth 330 μ), Länge des Eies 70—75 μ (Eyferth 50 μ). September 1903 fand ich ein Männchen von 120 μ Länge mit ziemlich großem Auge. Dasselbe ist von merkwürdiger Gestalt. S. Weber, Plate 20, Fig. 15 und 16. Oft sah ich das Weibchen sonderbare Sprünge machen. Muskeln des Fußes deutlich quer gestreift. — In allen Mooren häufig. April bis September.

3. *Stephanops* Ehrbg. a) *St. muticus* Ehrbg. Länge 140—170 μ (Eyferth gibt 100 μ an). In allen Mooren häufig. April bis September.

b) *St. intermedius* Barn. Länge 150 μ. Seltener. April bis September.

c) *St. lamellaris* Ehrbg. Länge bis 160 μ. Zwischen Wasserpflanzen in allen Mooren ziemlich häufig. April bis September.

d) *St. cirrhatus* E. Länge etwa 100 μ. Seltener. April bis September.

e) *St. longispinatus* Tatem. Länge 84—92 μ (nach Webb. der nur 2 Exemplare im Genfer botanischen Garten erbeutete. 140—160 μ. S. Plate 20 Fig. 24. Die geringere Größe ist jedenfalls als Moorform aufzufassen). Mit starkem, etwa in der Mitte eingefügtem Rückendorn, welcher die Körperlänge hinten weit überragt. Der Fuß trägt zwei kurze Zehen, an deren Basis auf der Rückenseite einen Dorn. — Im Schwenninger Moor nie gefunden, im Blindensee August 1903, jedoch nicht häufig. Ein Exemplar kroch längere Zeit an einem *Sphagnum*-Blatt herum und wippte dabei fortwährend mit dem Rückendorn auf und ab.

III. Familie. Salpinidae.

1. *Diaschiza* Gosse. a) *D. semiaperta* G. Länge 230—300 μ. Auf allen Mooren gemein zwischen Algen. März bis September.

b) *D. lacinulata* O. F. Müller. Länge 80—110 μ. Sehr beweglich; befestigt sich oft mit einer Zehe und dreht sich, einen Kegel beschreibend, auf dem Befestigungspunkt. In allen Mooren, auch den ostfriesischen, außerordentlich häufig. März bis September.

c) *D. valga* Gosse. Länge 150—170 μ. In allen Mooren häufig unter Algen. März bis September.

2. *Salpina* Ehrbg. An Algen und *Utricularia* fand ich oft Eier dieser Gattung angeheftet.

a) *S. mucronata* Ehrbg. Länge 160—250 μ. Eier 80 μ lang. In allen Mooren häufig. März bis September.

b) *S. brevispina* Ehrbg. Länge 160—200 μ. Schwenningen nicht häufig. April bis September.

c) *S. spinigera* Ehrbg. Länge 250 μ. Schwenningen nicht häufig. Mai bis September.

d) *S. ventralis* Ehrbg. Länge 200 μ. Schwenningen je und je. April bis September.

IV. Familie. Euchlanidae.

Ein rotes, ovales oder kugelförmiges Auge.

Euchlanis Ehrbg. a) *E. triquetra* E. Länge 360—500 μ. Innere Teile sehr deutlich sichtbar, besonders auch die Seitenkanäle mit je 4 Wimperfackeln und die stark quer gestreiften Längs-

muskeln. Magen oft mit *Navicula* u. a. Diatomeen erfüllt. — Eine prächtige Erscheinung! Schwenningen und Schonach häufig zwischen *Utricularia*, *Mougeotia* und andern Algen. April bis September.

b) *E. deflexa* Gosse. Länge 500 μ. Schwenningen Mai 1903. Nicht häufig.

c) *E. dilatata* Ehrbg. Länge 270—350 μ. Im Moor nicht häufig. Mai bis September. Sonst gemein, auch marin.

V. Familie. Cathypnadae.

Ein querovales Auge.

1. *Cathypna* Gosse. *C. luna* Ehrbg. Länge 180—200 μ. In allen Mooren häufig zwischen Algen. Juni 1903 fand ich ein Männchen von 95 μ Länge.

2. *Distyla* Eckstein. *D. Gissensis* Eckst. Länge 140 μ. Schwenningen und Schonach nicht häufig. Mai bis September.

3. *Monostyla* Ehrbg. a) *M. lunaris* Ehrbg. Länge 150—180 μ. In allen Mooren häufig. März bis September.

b) *M. bulla* Gosse. Länge 200 μ. In allen Mooren zwischen Algen und vegetabilischem Detritus nicht selten. April bis September.

c) *M. cornuta*. Der vorigen Art ähnlich und oft mit ihr verwechselt. Von Herrn Forstmeister Bilfinger im Wasser von Schwenningen gefunden. August 1903.

VI. Familie. Coluridae.

Augen 2 oder 4.

1. *Colurus* Ehrbg. Gewöhnlich 2 Augen.

a) *C. grallator* Gosse. Länge 80 μ. Schwenningen je und je. April bis September.

Mit dem Fuße befestigt macht das Tierchen heftige Bewegungen, wohl um sich loszureißen.

b) *C. bicuspidatus* Ehrbg. Länge 80 μ. Einmal mit rötlichem Panzer gefunden. In allen Mooren häufig. April bis September.

c) *C. deflexus* E. Von Herrn Forstmeister Bilfinger im Wasser von Schwenningen gefunden. August 1903.

2. *Monura* Ehrbg. *M. dulcis* Ehrbg. Länge 85—100 μ. In allen Mooren gemein zwischen Algen. März bis September.

Rädert mit vorgestrecktem schnabelförmigen Dorsaltaster.

3. *Metopidia* Hudson und Gosse. Meist durchsichtig und glatt.

a) *M. acuminata* Ehrbg. Länge etwa 100 μ; 2 Augen mit lichtbrechenden Kugeln. Schwenningen nicht häufig. Mai 1903.

b) *M. solidus* Gosse. Länge 140—170 μ. Kopf mit 2 lateralen Stirnaugen. Schwenningen nicht selten. März bis September.

c) *M. ovalis* Eckstein = *Lepadella ovalis* Ehrbg. Länge 100 μ. Augenlos. In allen Mooren sehr gemein. März bis September.

d) *M. triptera* Ehrbg. 2 Augen. Von Herrn Forstmeister Bilfinger im Wasser von Schwenningen gefunden. August 1903.

VII. Familie. Pterodinadae.

Gehören zu den schönsten Rädertieren.

Pterodina Ehrbg. Die Stirne trägt an den Seiten des intertrochalen. unbewimperten Kopfkegels 2 rote Augen mit lichtbrechenden Körpern. Wassergefäße und Längsmuskeln sehr deutlich, letztere quergestreift, besonders schön die Kopfrefraktoren.

a) *P. mucronata* Gosse. Länge 140 μ. Schwenningen nicht häufig. Gefunden August und September 1902 und 1903.

b) *P. patina* Ehrbg. Länge 180—220 μ. Liegt oft längere Zeit still. Schwenningen häufig zwischen Algen. April bis September.

c) *P. elliptica* Ehrbg. Länge 200 μ. Schwenningen seltener. August und September 1902.

VIII. Familie. Brachionidae.

Ein großes Nackenauge. Seitenkanäle gut sichtbar, mit je 4 Wimperfackeln. Die Eier bleiben nach dem Ablegen am hintern Panzerende hängen.

Brachionus Ehrbg. Wappentierchen. *B. Bakeri* Ehrbg. Länge 270—400 μ, des Eies 70—110 μ. Schwenningen und Schonach sehr häufig. März bis September.

Ich traf das Tier im August und September sehr oft mit 1—8 weiblichen Sommereiern, in denen man im fortgeschrittenen Stadium die Jungen gut beobachten konnte. Deutlich schimmerte das rote Auge durch, sowie auch der Panzer mit seinen Dornen. Die Cilien waren in lebhafter Bewegung. In einem Ei waren die Bewegungen besonders stark, und ich konnte beobachten, wie die Eischale platzte, das Junge ausschlüpfte, kurze Zeit ruhig dalag und dann plötzlich rasch davonschwamm. Von 8 Eiern, die ein Weibchen bei sich trug, waren nach 1 Stunde 1, nach 18 Stunden 3, nach 26 Stunden 5 leer.

Das Tier befestigt sich oft mit den Zehen und dreht sich wie ein schief stehender Kreisel auf dem Befestigungspunkt; zuweilen liegt es auch auf dem Bauche und schlägt mit dem Fuß um sich.

IX. Familie. Anuraeadae.

Fuß fehlt; die Tiere leben pelagisch und sind vortreffliche Schwimmer, selten unbeweglich. Ein ovales Auge; Seitenkanäle mit je 4 Wimperfackeln.

Anuraea Ehrbg. a) *A. aculeata* Ehrbg. Länge 210—250 μ (ohne Dornen 140—155 μ), Breite 88—95 μ; Eier 72—76 μ lang, 58—60 μ dick. Das Weibchen trägt oft 1—2 Eier am Panzer mit. Schwimmt unter schwerfälligen, wackelnden Drehungen. Schwenningen sehr häufig, besonders im Moosweiher und periodischen Tümpel; meist findet man aber leere Panzer, seltener lebende Tiere. April bis September.

Ebenfalls häufig ist im Schwenninger Moor die Varietät *valga* Ehrbg., bei welcher von den Hinterdornen des Panzers stets einer reduziert ist.

b) *A. cochlearis* Gosse. Länge mit Dorn 160—190 μ (dieser allein 50 μ lang), Breite 84 μ. Schwenningen öfter lebend gefunden. August und September 1902; Juli 1905.

X Familie. Anapodidae.

Fuß fehlt. Tiere stets freischwimmend, pelagisch lebend. Ein rotes Auge; Seitengefäße mit je 2 Wimperfackeln.

Anapus Bergendal. a) *A. testudo* Lauterb. Länge 120 μ. Schwenningen und Dürrheim oft in Menge gefunden. Mai bis September 1902.

b) *A. ovalis* Berg. Länge 120—136 μ. Etwas schlanker als vorige Art. Schwenningen und Dürrheim nicht selten. April und Juni 1903.

Anhang zu den Rädertieren:

Ordnung **Gastrotricha.**

Diese ungemein interessante Abteilung weist im Moor zahlreiche Vertreter auf, zumal aus der Gattung *Chaetonotus*; besonders häufig fand ich solche in Schwenningen, etwas seltener in Dürrheim und Schonach, häufig aber auch in den ostfriesischen Mooren. Sie erscheinen schon im Frühling, erreichen ihr Maximum jedoch im Sommer.

Die Gastrotrichen legen nur Dauereier, welche ellipsoid, seltener glatt, meist zum Zweck der Verankerung mit feineren oder gröberen, ein- oder mehrspitzigen Stacheln besetzt sind. Je und je sah ich solche von *Chaetonotus maximus*; sie sind dicht mit vierkantigen Stacheln besetzt und erreichen eine Länge von 70 μ. Die Gastrotricheneier werden stets an versteckten Plätzen, in Ostracodenschalen, zwischen Algen und anderen Pflanzen, abgelegt. Häufig fand ich an solchen Orten mit feinen Borsten besetzte Eier, deren Artangehörigkeit ich jedoch nicht bestimmen konnte. Die Maßverhältnisse einiger sind: Länge 44 μ, Breite 32 μ; ferner 60 : 30 μ, 56 : 29 μ — wohl meist *Chaetonotus*-Arten angehörig.

1. *Ichthydium* Ehrbg. Körper mit Gabelschwanz und völlig glatter Haut.

a) *I. podura* O. F. Müller. Länge 70—80 μ. Die weiche Haut, auf welcher sich zwei vordere und zwei hintere Tastborsten deutlich abheben, legt sich bei Biegungen des Leibes in wulstige Falten. Schwenningen und Dürrheim häufig zwischen *Chara* und anderen Algen, *Lemna*, *Potamogeton pusillus* und *Utricularia*. In den Schonacher Mooren nicht so häufig, auch in den ostfriesischen je und je gefunden. April bis September.

b) *I. sulcatum* A. C. Stokes. Länge 100—180 μ (Zelinka: 107—186 μ). Ein Tier von 100 μ Länge hatte einen unverhältnismäßig großen Kopf, war also noch sehr jung. Der langgestreckte Körper ist an den Seiten flügelartig verbreitert (wie mit einem Flossensaum versehen), hinten an den Seitenrändern eingezogen, auf Rücken und Seiten tief querfurchig, jedenfalls an den Rändern mit seichten Querrunzeln.

Ich fand dieses bei uns gewiß seltene, von Zelinka nur aus Nordamerika angeführte Tier im August 1903 nicht selten im

Schwenninger Moor, und zwar in den Sümpfen an der Dürrheimer Grenze und auf Villinger Markung zwischen *Chara*, *Utricularia* und andern Wasserpflanzen, Juli 1905 auch in der oben genannten Schlenke des Wolfbauernmoors. Ob Moorform?

2. *Lepidoderma* Zelinka. Körper mit Gabelschwanz, Haut mit Schuppen oder Höckern.

a) *L. squamatum* Duj. Länge 120—200 μ. Schwenningen und Dürrheim je und je. April bis September.

b) *L. ocellatum* Metschn. Länge 100—140 μ. Kopf mit zwei stark lichtbrechenden Körperchen (Augen). Schwenningen und Schonach (Schlenke des Wolfbauernmoors) je und je. April bis September.

3. *Chaetonotus* Ehrbg. Körper mit einfacher Schwanzgabel, Haut mit Stacheln besetzt.

a) *Ch. maximus* Ehrbg. Länge 110—235 μ (Zelinka 112—225 μ). Schwenningen häufig, besonders zwischen *Chara fragilis*, anderen Algen und *Sphagnum*. April bis September.

Merkwürdig war ein riesiges Exemplar von gegen 240 μ Länge, welches ich Juli 1905 im Moosweiher fand. Magen und Darm (nicht aber die Speiseröhre) waren wunderschön lasurblau gefärbt. Der Inhalt derselben (Algen) schimmerte grünlich durch und wurde während der Beobachtung durch den After ausgestoßen. An Krankheit war wohl nicht zu denken, da das Tier äußerst lebhaft umherschwamm.

b) *Ch. brevispinosus* Zel. Länge 90—150 μ. Vorn am Kopf liegen neben dem Mundborstenkranz rückenwärts zwei kleine, rundliche und weiter seitwärts zwei größere ovale Körper, erfüllt mit schwarzen Punkten — wohl 4 Augen. Schwenningen im Moosweiher und andern Torfwässern nicht selten; ebenso im Veenhuser Moor. Mai bis September.

c) *Ch. hystrix* Metsch. Länge 112—120 μ. Die sehr kräftigen, nicht dicht stehenden, dreikantigen, stark gekrümmten Stacheln erheben sich am Hinterrand der dreilappigen, kurz spießförmigen, Blättern ähnlichen Schuppen (bei der Bestimmung deutlich gesehen). Schwenningen und Schonach nicht selten, besonders zwischen Wasserpflanzen. Mai bis September. Sonst selten (nach Zelinka in Graz nicht selten).

d) *Ch. similis* Zel. Länge 144—220 μ. Schwenningen häufig, besonders im Moosweiher; Schonach je und je, besonders Schlenke des Wolfbauernmoors. Mai bis September.

Den riesigen *Chaetonotus Schultzei* Metsch. habe ich nicht gefunden!

e) *Ch. larus* O. F. Müller. Länge 90—180 μ (Zelinka 90—150 μ). Schwenningen und Dürrheim häufig, zwischen Fadenalgen, *Chara*, *Lemna* und *Utricularia* hinschleichend. Der rundliche Kopf macht mit seinen seitlichen

Haarbüscheln den Eindruck eines Katzenkopfs mit Schnurrhaaren, worauf auch Ehrenberg hinweist. Häufig sieht man das Tierchen den Körper seitlich stark biegen und rasch wieder gerade strecken.

f) *Ch. persetosus* Zel. Länge 80 μ. Kleine zierliche Form. Schwenningen häufig zwischen *Chara*, *Lemna* und *Utricularia*. April bis September.

g) *Ch. macrochaetus* Zel. Länge 80—108 μ. Schwenningen zwischen *Chara fragilis*, Dürrheim zwischen *Chara hispida* nicht selten. Mai bis September 1902 und 1903.

Die folgenden Ordnungen und Klassen konnten wegen Zeitmangels nicht viel berücksichtigt werden; nur nebenbei wurden einige Angehörige derselben bestimmt und sollen in Kürze hier angeführt werden.

Turbellaria, Strudelwürmer.

Von Rhabdocoeliden fand ich folgende nicht selten: *Mesostoma Ehrenbergi* O. Schmidt, wohl unser schönster Süßwasserstrudelwurm, *M. lingua* O. Sch., *M. viridata* M. Schultze; häufig *Vortex viridis* M. Sch., je und je *Microstoma lineare* O. Sch., meist mit reicher Knospenbildung in langen Ketten, wie auch *Stenostoma leucops* O. Sch. und häufig *Catenula lemnae* Duges, ebenso *Vortex truncatus* Ehrbg.

Die Unterordnung der Dendrocoelen ist im Moor spärlich vertreten. Von Planarien begegnete mir April 1905 im Schwenninger Moosweiher die schwärzliche *Planaria torva*, 2 cm lang, ziemlich dick; im Abfluß des Wolfbauernmoors im Turntal zwischen *Juncus supinus* var. *fluitans* die graubraune, hinten schwach zugespitzte, am Kopf geöhrte *Planaria alpina* Dana (August 1902), ein Relikt aus der Eiszeit, das sich nach Vogt in die obersten Bachläufe zurückgezogen hat, gedrängt durch *P. cornuta* und diese wieder durch *P. gonocephala*.

Die Ordnung der Nematoden oder Fadenwürmer ist in den Torfwässern reichlich vertreten. Außer dem überall häufigen *Dorylaimus stagnalis* Duj. habe ich nur *Diplogaster rivalis* Leydig aus einem Torfgraben bestimmt.

Von Hirudineen fand ich *Hirudo medicinalis* in einem mit *Chara hispida* besetzten Sumpf auf Dürrheimer Markung (wohl eingesetzt!), *Aulastomum gulo*, *Nephelis vulgaris* sehr häufig zwischen Wasserpflanzen (in Gläsern gehalten, sah ich im Frühling die von Früh-Schröter als „Hochmoortönnchen" — ob sie wirklich als Kennzeichen des Hochmoors gelten können? — bezeichneten Kokons an den Wänden), *Clepsine sexoculata* an Wasserpflanzen (besonders häufig in den Blattscheiden von *Sparganium erectum*), sehr oft aber auch auf den Gehäusen von *Limnaea stagnalis* und *Planorbis marginatus*, deren Bewohnerinnen sie aussaugt.

Oligochaeta.

Aus der Familie Tubificidae macht sich im Schlamm der Torfwässer häufig *Limnodrilus Udekemianus* Clap. durch seine webenden Bewegungen bemerkbar. Massenhaft fand ich ihn im Sapropel des Moosweihers und namentlich eines Stichgrabens auf Villinger Markung. Juli 1905.

Reicher vertreten ist im Moor die

Familie Naïdidae.

Stylaria lacustris L. = *Naïs proboscidea* MÜLLER. je und je zwischen Fadenalgen, *Chara*, *Lemna*, *Utricularia*; an ähnlichen Orten ziemlich häufig *Naïs longiseta* EHRBG. Sehr häufig begegnete mir *N. lurida* TIMM., oft mit Detritus bedeckt; im Magen eines jungen Exemplars sah ich *Cosmarium margaritiferum*. Ebenfalls häufig ist *Naïs elinguis* MÜLLER.

Öfter fand ich eine Naïde, die ich nach meinen Werken nicht sicher bestimmen konnte. Auf dem Rücken 2 Reihen Hakenborsten, je 4 in einer Gruppe beisammen (Haken zweispitzig), an den Seiten je 2 Reihen einzeln stehender, gefiederter Haarborsten. Körper hell, durchsichtig, Blutumlauf schön sichtbar, Lymphkörperchen sehr deutlich. 2 Augen. — Die Diagnose stimmt zu *N. uncinata* OERST., ausgenommen die 2 Augen. — An dieser und anderen Naïden traf ich, wie auch an dem weiter unten genannten *Chaetogaster niveus* und *Aeolosoma quaternarium* sehr oft und zwar den Rückenborsten aufsitzend die bei den Vorticellidinen angeführte *Rhabdostyla brevipes* var. *epinäis*.

Dero digitata OKEN selten zwischen Wasserpflanzen; *Chaetogaster niveus* EHRBG. je und je; sehr häufig *Aeolosoma quaternarium* EHRBG. mit roten Öltropfen in der durchsichtigen Haut. Diese läßt sehr deutlich die inneren Teile durchschimmern: Darm, Nephridien mit Wimperflammen, das kontraktile Rücken- und das nicht zusammenziehbare Bauchgefäß mit den Querschlingen.

III. Kreis. Arthropoda, Gliederfüßler.

I. Klasse. Crustaceae, Krebstiere.

Es wäre von großem Interesse, unsere Moore in bezug auf diese wichtige, in den Torfwässern stark vertretene, an der Sapropelbildung vorzugsweise beteiligte Klasse gründlich zu untersuchen. Herr Dr. E. WOLF am Senckenbergischen Museum in Frankfurt hatte die Güte, bei Ausarbeitung seiner preisgekrönten Schrift über die Copepoden Württembergs das Schwenninger Moor zu durchforschen und mir nachfolgende Zusammenstellung seiner diesbezüglichen Funde zu übergeben.

Die Copepoden des Schwenninger Torfmoors.

Von Dr. E. Wolf.

Wie alle unsere Torfmoore, so ist auch das Schwenninger Moor sehr reich an Copepoden. Die naheliegende Ansicht, daß sich wohl die meisten Copepodenarten in den größeren Wasseransammlungen, wie z. B. in den Moosweihern finden werden, bewahrheitet sich in keiner Weise, sondern die kleinen Gräben und Pfützen, wie sie sich vom Zollhäusle bis in die Nähe von Schwenningen zu Hunderten finden, sind der Lieblingsaufenthalt der kleinen Kruster. Im Jahre 1902 hatte ich zweimal Gelegenheit, Copepodenmaterial aus diesem Torfmoor zu untersuchen. Ich verdankte dasselbe der Freundlichkeit des Herrn Oberlehrer SCHLENKER in Cannstatt.

Da sich aber die meisten Arten in kleinen Transportgefäßen nur kurze Zeit am Leben erhalten lassen, und bei dem Fang nicht ausschließlich auf das

Copepodenmaterial Rücksicht genommen werden konnte, so gelang es mir nur, sechs verschiedene Arten nachzuweisen, von welchen fünf auf die Cyclopiden und eine auf die Harpacticiden entfielen. Immerhin waren unter diesen solch interessante Formen, daß ich im Jahre 1903 selbst zweimal die verschiedensten Teile des Schwenninger Torfmoores einer genaueren Untersuchung unterzog. Dasselbe geschah das erstemal am 24. März 1903 und das zweitemal am 15. September 1903.

Meine Befunde lassen sich wohl am besten in Form einer Tabelle zusammenfassen. Es ist darin auf die Zahl der vorhandenen ♀ und ♂, auf Eibildung, Färbung und etwaige Parasiten Rücksicht genommen worden.

Da die Feststellung der im Jahre 1902 vorhandenen Copepoden keine Art enthält, die sich nicht auch im Jahre 1903 vorgefunden hätte, so kann ich mich wohl damit begnügen, die Ergebnisse des Jahres 1903 zur Darstellung zu bringen. Aus diesen Aufzeichnungen geht folgendes hervor: Im Schwenninger Moor ist von den Copepoden die Familie der Centropagiden nicht vertreten, die Familie der Cyclopiden zählt 14, die der Harpacticiden 6 Vertreter; es sind demnach bis jetzt 20 verschiedene Copepodenarten nachzuweisen gewesen, eine Zahl, die in Württemberg von mir nur noch im Itzelberger Moor und im Federseeried festgestellt werden konnte. Ferner bemerken wir, daß manche Arten, die im Frühjahr zahlreich vorhanden waren, im Herbst vollständig fehlen und umgekehrt. Der Kontrast wäre wohl noch größer gewesen, wenn eine der Untersuchungen im Hochsommer vorgenommen worden wäre. Meine bisherigen Erfahrungen kann ich in dem Satze zusammenfassen, daß im Sommer die Zahl der Individuen sehr groß ist, die Zahl der Arten aber hinter derjenigen von Spätherbst bis Frühjahr zurücksteht.

Es erscheint vollkommen gerechtfertigt, die Copepoden nach der Zeit ihres Vorkommens in folgende Abteilungen zu gliedern:

1. perennierende Arten, d. h. solche, die das ganze Jahr hindurch in Fortpflanzung angetroffen werden können;
2. Sommerformen, d. h. solche, die ihre Hauptfortpflanzung im Sommer haben, im Winter aber vollständig fehlen;
3. Winterformen, d. h. solche, die im Sommer nicht aufzufinden sind, im Winter aber sich lebhaft fortpflanzen.

Zu 1. wären von den aufgezählten Arten zu rechnen: 1. *Cyclops bicuspidatus* (obwohl er am 15. September nicht vorhanden war, siehe Bemerkung); 2. *Cycl. vernalis* (am 15. September auch noch nicht vollständig erwachsen); 3. *Cycl. viridis*: 4. *Cycl. fuscus*: 5. *Cycl. albidus* (an den meisten Orten); 6. *Cycl. serrulatus*; 7. *Cycl. affinis*: 8. *Cycl. fimbriatus*; 9. *Cycl. phaleratus*: 10. *Canth. northumbricus* (?).

Zu 2: 1. *Cycl. leuckarti*; 2. *Cycl. dybowskii*; 3. *Cycl. languidus* (vielleicht auch zu 1); 4. *Cycl. varicans*; 5. *Cycl. bicolor*; 6. *Canth. minutus* (?); 7. *Canth. crassus* (?) (das Verhalten dieser beiden sehr verschieden).

Zu 3: 1. *Canth. staphylinus*; 2. *Canth. gracilis*; 3. *Canth. mikrostaphylinus*.

24. März 1903.

Name der Art	Fortpflanzungsverhältnisse ♀	♂	Bemerkungen
1. *Cyclops leuckarti* Claus	Fehlend.	—	—
2. *Cyclops dybowskii* Lande	Ziemlich viele, erst Eier in den Ovarien.	auch ♂.	Einige in Kopulation angetroffen.
3. *Cyclops bicuspidatus* Claus . . .	Nicht sehr viele, einige mit Eisäcken.	einige ♂.	—
4. *Cyclops vernalis* Fischer	Nur wenige ♀, diese mit Eiern im Ovarium.	auch ♂.	—
5. *Cyclops languidus* Sars.	Nicht sehr viele, einige mit Eisäckchen.	einige ♂.	Hier die 1. Antennen 16gliedrig.
a) var. *nanus* Sars.	Fehlend.	—	—
6. *Cyclops viridis* Jurine	Ziemlich viele, einige mit Eisäckchen.	einige ♂.	Die meisten mit Chlorangium besetzt.
7. *Cyclops varicans* Sars. var. *rubens* Wolf	Fehlend.	—	—
8. *Cyclops bicolor* Sars.	Fehlend.	—	—
9. *Cyclops fuscus* Jurine	Nicht sehr viele.	selten.	Typisch blau gefärbt.
10. *Cyclops albidus* Jurine	Einige ♀, diese mit Eisäcken.	sehr selten.	—
11. *Cyclops serrulatus* Fischer	Nicht sehr viele, meist mit Eisäckchen.	selten.	—
12. *Cyclops affinis* Sars.	Fehlend.	—	—
13. *Cyclops fimbriatus* Fischer	Nicht viele, meist erst vorgeb. Eier i. Ovarium.	sehr selten.	—
14. *Cyclops phaleratus* Koch	Sehr zahlreich, aber selten mit Eisäcken.	viele ♂.	—
15. *Canthocamptus staphylinus* Jurine	Ziemlich viele, meist mit Eisäcken oder Eiern im Ovarium.	auch ♂.	Die meisten ♀ haben Spermatophoren anhängen.
16. *Canth. minutus* Claus	Fehlend.	—	—
17. *Canth. crassus* Sars.	Fehlend.	—	—
18. *Canth. northumbricus* Brady . . .	Nicht sehr viele, einige tragen einen Eisack.	selten.	Rotbraun gefärbt.
19. *Canth. gracilis* Sars.	Fehlend.	—	—
20. *Canth. mikrostaphylinus* Wolf .	Ziemlich viele ♀, aber kein Eisack mehr vorhanden.	einige ♂.	Braun gefärbt.

15. September 1903.

Name der Art	Fortpflanzungsverhältnisse ♀	♂	Bemerkungen
1. *Cyclops leuckarti* Claus	Sehr wenig und ohne Eianlage.	sehr selten.	—
2. *Cyclops dybowskii* Lande	fehlend.	—	—
3. *Cyclops bicuspidatus* Claus . . .	fehlend.	—	Es sind sehr viele halberwachsene rötlich gefärbte Cyclopiden vorhanden, die wahrscheinlich hierher gehören.
4. *Cyclops vernalis* Fischer	fehlend.	—	
5. *Cyclops languidus* Sars.	Nicht sehr viele, in den Eiern meist entwickelte Nauplien.	–	
a) var. *nanus* Sars.	Einige ♀ mit nur 11 Gliedern an den 1. Antennen.	–	—
6. *Cyclops viridis* Jurine	Zahlreich, einige mit Eisäcken.	auch ♂.	An den 1. Antennen sitzen des öfteren Acineten.
7. *Cyclops varicans* Sars. var. *rubens* Wolf	Sehr selten, diese aber nur mit 11gliedr. ersten Antennen.	—	Rot gefärbt.
8. *Cyclops bicolor* Sars.	Nicht sehr viele, meist mit Eiballen.	sehr selten.	—
9. *Cyclops fuscus* Jurine	Ziemlich viele, aber noch ohne Eibildung.	auch ♂.	Manche Tiere noch nicht ganz erwachsen.
10. *Cyclops albidus* Jurine	Fehlend.	—	—
11. *Cyclops serrulatus* Fischer	Zahlreich, meist mit Eisäckchen, manche dazu noch Eier im Ovarium.	viele ♂.	—
12. *Cyclops affinis* Sars.	Nicht viele, mit Eisäckchen od. Eiern i. Ovarium.	sehr selten.	Nur 4 Eier im Eisack.
13. *Cyclops fimbriatus* Fischer	Ziemlich zahlreich, meist mit Eisäckchen.	auch ♂.	4—6 Eier im Eisack.
14. *Cyclops phaleratus* Koch	Nur wenige ♀, diese mit Eisäcken.	sehr selten.	—
15. *Canthocamptus staphylinus* Jurine	♀ fehlen noch vollständig.	ziemlich viele ♂.	—
16. *Canth. minutus* Claus	Ziemlich zahlreich, entweder mit Eisack oder mit Eiern im Ovarium.	auch ♂.	Einige in Kopulation.
17. *Canth. crassus* Sars.	Nur wenige, und diese ohne Eianlage.	einige ♂.	Ein Paar in Kopulation.
18. *Canth. northumbricus* Brady . . .	Nur einige ♀, aber ohne Eianlage.	—	—
19. *Canth. gracilis* Sars.	Einige ♀, aber ohne Eianlage.	einige ♂.	Das erste Segment hellrot, die übrigen gelb gefärbt.
20. *Canth. mikrostaphylinus* Wolf .	Fehlend.	—	Die Beschreibung dieser neuen Art siehe an anderer Stelle.

Cladocera, Wasserflöhe.

Daphnia pulex DE GEER sehr häufig (August 1902 sah ich ein Weibchen mit Sommereiern im Brutraum), *Simocephalus vetulus* MÜLLER sehr häufig, *Moina brachiata* BAIRD nicht selten; *Alona quadrangularis* B. häufig; *Chydorus sphaericus* O. F. MÜLLER sehr häufig, besonders zwischen Algen, wie *Ulothrix subtilis* und *Microspora stagnorum* (April 1902 fand ich oft Tiere mit 2 Sommereiern im Brutraum; Juni 1903 ein Ephippium mit einem Dauerei im periodischen Tümpel, August 1903 wiederholt Ephippien im Moosweiher).

Asellus aquaticus L. fand ich im Schwenninger und Dürrheimer Moor öfter.

II. Klasse. Arachnoidea, Spinnentiere.

I. Ordnung. Tardigrada, Bärtierchen.

Macribiotus macronynx DUJ., Wasserbärtierchen. Ein interessantes, 120—200 μ langes Wesen, das mir bei den Untersuchungen des Torfwassers fast in jedem Tropfen zwischen Fadenalgen, *Chara*, Moosen, *Utricularia* begegnete; meist waren es Weibchen mit Eiern, sehr selten Männchen. Das strickleiterförmige Nervensystem sah ich gewöhnlich deutlich durch die weiße Körperhaut hindurchschimmern, jedenfalls seinen vorderen Teil, den Schlundring. Wenn Magen und Eierstock nicht zu voll sind, läßt sich auch das aus vier, durch lange Kommissuren verbundenen Ganglien bestehende Bauchmark noch eine beträchtliche Strecke weiter hinter den Schlundkopf verfolgen. Sehr schön sieht man die zahlreichen großen, amöboiden Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit, des Blutes. Die Nahrung besteht aus Algen und Tieren (besonders Infusorien und Rädertieren), aus pflanzlichem und tierischem Detritus. — Nähere Beschreibung s. LAMPERT, Das Leben der Binnengewässer, LECNIS. Synopsis, und CLAUS, Zoologie.

Man sieht das sonderbare Geschöpf träge an Wasserpflanzen und im Detritus umhergehen und nach Nahrung suchen. Ich fand es im Frühling und Sommer gleich häufig in Schwenningen und Schonach, August 1905 auch nicht selten in den ostfriesischen Mooren. Das Ablegen der Eier in die abgestreifte Körperhaut konnte ich leider nie beobachten. September 1903 sah ich ein Tierchen in der Häutung begriffen; das Hinterteil war schon frei, das Vorderteil wurde eben aus der Haut gezogen. Nachher schlüpfte es, den Kopf voran, in die abgelegte Haut, so weit, daß diese das Hinterteil bedeckte. So krabbelte es, auf dem Objektträger und am Deckglas mit den Krallen beständig ausgleitend und die Haut nachschleppend, eine Strecke weiter. Ich hoffte, es werde seine Eier (ich zählte vier große im Leibe) in die Haut ablegen, jedoch ver-

gebens; denn nach einiger Zeit ließ es den Balg liegen und machte sich davon.

Aus der Ordnung Acarina, Milben, ist die Familie der Hydrachniden oder Wassermilben im Moore sehr reich vertreten.

Von Araneïden (Spinnen) habe ich die Wasserspinne, *Argyroneta aquatica* L., nicht gefunden, obwohl sie nach Lampert Moorgräben und feuchte Riede bevorzugt. (In der Umgebung von Cannstatt findet sie sich in den Tümpeln eines verlassenen Steinbruchs beim Burgholzhof.)

III. Klasse. Insecta, Kerbtiere.

Unter den Wasserwanzen stößt uns in größeren Weihern nicht selten die sonderbare Stabwanze, *Ranatra linearis* L. auf. Häufig ist sie mit Milbenlarven besetzt. Das Tier lauert, mit den Mittel- und Hinterbeinen an einer Wasserpflanze sich festhaltend und das lange Atemrohr an die Oberfläche streckend, also in umgekehrter Stellung, mit vorgestreckten Raubbeinen auf größere Beutetiere.

Diptera, Zweiflügler.

Familie Stratiomyidae, Waffenfliegen. Sehr häufig sehen wir in den Torfwässern die großen Larven von *Stratiomys chamaeleon* L. und die kleineren von *Odontomyia* und *Nemoteles* Geoffroy, ebenso auch ihre in der langen Larvenhaut steckenden verkürzten Puppen.

Aus der Familie der Tipuliden, Erdschnaken, erhielt ich aus dem Schlamm eines an Algen reichen Moortümpels die Larve von *Ptychoptera contaminata* L., der Faltenmücke. Das lange, schwanzartige Atemrohr am Leibesende gibt ihr eine auffallende Ähnlichkeit mit der bekannten Rattenschwanzmade, der Larve von *Eristalis tenax* L., nur ist sie bedeutend kleiner und hat einen deutlichen, einziehbaren Kopf. Bei der mikroskopischen Untersuchung fiel mir die große Durchsichtigkeit der Körperhaut auf, welche alle inneren Teile deutlich erkennen läßt.

Familie Chironomidae, Zuckmücken. *Ceratopogon* Meigen, Bartmücke. Die zarten, schlangenartigen Larven finden sich sehr häufig in Moortümpeln mit Algen.

Tanypus Meig., Streckfußmücke. In schlammigen Moorgewässern von Schwenningen, Dürrheim und Schonach ist die Larve sehr häufig. — Wenn ich aus meinen, mit etwas Schlamm, Moorwasser und Pflanzen gefüllten Gefäßen einen Tropfen vom Grunde nahm, war fast stets eine Tanypuslarve darin. Unter dem Deckglas hatte sie Mühe, sich fortzubewegen. Sehr oft bemerkte ich, wenn ich zugleich Fadenalgen unter dem Deckglas hatte, wie die Larve abwechslungsweise mit den Haken der vorderen und hinteren Afterfüße in die Algen eingriff, um sich festzuhalten und wieder auszustrecken. Ob sie neben dieser spannerraupenartigen Bewegung auch

Fäden spinnt, sich an denselben wie die Simulialarve befestigt und fortbewegt, habe ich nicht gesehen. Um zwischen Algenfäden weiter zu kommen, sah ich die Larve sich mit den starken Mandibeln in dieselben einbeißen und den Leib spannerartig nachziehen. Meist fand ich das Tier im Wasser freilebend. Darum war es mir besonders auffallend, es mehrmals in einem röhrenförmigen Gehäuse zu sehen, das aus Algen und Detritus mit Schleim zusammengeleimt war. Die Larve kroch darin aus und ein, drehte sich auch gewandt in ihrem Häuschen um.

Chironomus Meig., Zuckmücke. Die überall im Schlamm der Süßwässer lebende, als „rotes Würmchen" bekannte Larve von *Ch. plumosus* L. fischte ich oft vom schlammigen Grund der Torfsümpfe heraus. Im Glase schwimmt sie unter S-förmigen Krümmungen unbeholfen durchs Wasser; bei längerer Ruhe richtet sie sich am Boden in selbstgefertigten Röhren häuslich ein. Dann und wann erhielt ich beim „Fischen" auch die eigentümliche Puppe.

Die merkwürdige Larve der Büschelmücke, *Corethra plumicornis* Fabr., traf ich häufig in größeren Moorgewässern in Schwenningen und Dürrheim, besonders in solchen, deren Grund mit *Chara* bestanden und deren Oberfläche pflanzenfrei ist; in den Schonacher Mooren namentlich in dem am Ufer mit Pflanzen besetzten Blindensee und im See beim Wolfbauernhof. Um dieselbe zu fischen, müssen wir das Netz ein wenig unter der Oberfläche hinziehen, da sie als echtes Planktontier weder diese noch den Grund als Aufenthaltsort liebt. Im Sommer fand ich zwischen Larven in der Nähe der Oberfläche je und je auch Puppen in aufrechter Haltung.

Wie oben schon mehrmals erwähnt wurde, sind bei wissenschaftlichen Untersuchungen die Culiciden- wie auch die in den Moorgewässern so häufigen Ephemeridenlarven als Träger verschiedener Epiphyten und Epizöen wichtig.

Lepidoptera, Schmetterlinge.

Nur wenige Arten aus dieser Ordnung haben sich im Larvenzustand dem Wasserleben angepaßt. Sie gehören in die

Familie Pyralidae, Zünsler- oder Lichtmotten.

Bei einem Gang über das Schwenninger Moor an einem schönen Augusttag fällt uns die große Menge von weißlichen Lichtmotten auf, welche wir mit unsern Tritten aufscheuchen, daß sie in kurzem Flug über den Moosrasen und die Grasplätze dahinschwirren. Sie gehören meist der Gattung *Crambus* Fabr., Rüsselzünsler, an, deren Raupen in seidenen Röhren unter Moos leben. An den mit Schilfrohr *(Phragmites)* bestandenen Sümpfen des Dürrheimer Moors fliegen größere, gelbbraune oder bleich ockergelbe Pyraliden, *Clio phragmitellus* Hüb.; ihre Raupen leben in den hohlen Internodien des Schilfrohrs.

Außer diesen, auch im Larvenzustand mehr oder weniger dem Luftleben angehörigen Schmetterlingen sehen wir einen schönen Zünsler mit glänzend weißen Flügeln die mit *Potamogeton natans* bewachsenen Weiher und Gräben umflattern. Es sind Weibchen von *Hydrocampa nymphaeata* L., welche ihre

Eier auf den Blättern des eben genannten Laichkrauts ablegen wollen. Die ausgeschlüpften Räupchen führen eine merkwürdige Lebensweise. S. LAMPERT, Leben der Binnengewässer. Im August fand ich die taschenförmigen Futterale von *Hydrocampa* sehr häufig, teilweise noch an Wasserpflanzen befestigt, teilweise auf dem Wasser schwimmend. Diese letzteren waren meist leer, und ein Loch am Vorderende gab Zeugnis davon, daß der Bewohner zu einem luftigeren Dasein abgeschwebt war.

Die mit *Hydrocampa* verwandte Gattung *Cataclysta* HÜB., deren Raupe ihr Luftschloß aus Wasserlinsen zusammenspinnt und die ich einst mit solchen vom Schwarzen See im Rosensteinpark bei Cannstatt ins Aquarium bekam, ließe sich auf unsern Mooren wohl auch finden.

Coleoptera, Käfer.

Die wasserbewohnenden Familien und Gattungen sind im Schwenninger und Dürrheimer Moor reichlich vertreten, da sie hier Nahrung genug finden. Die gewöhnlichen übergehend, will ich hier nur die den Chrysomeliden angehörige Gattung Schilfkäfer (*Donacia* FABR.) und einige Verwandte kurz erwähnen. Im August sah ich auf Dürrheimer Moor an *Phragmites*, auf Schwenninger an *Menyanthes* ziemlich häufig *Donacia menyanthidis* FABR. Eine ebenso merkwürdige Lebensweise wie dieser führt *Haemonia equiseti* FABR., der sich im kleinen Moosweiher und im Salinenmoos an *Equisetum limosum* findet. In den hohlen Internodien des Roßfenchels *(Oenanthe aquatica)* sieht man beim Durchschneiden zuweilen die in kleinen Gesellschaften beisammenlebenden Larven eines weiteren Blattkäfers, des gelb gestreiften, grünen *Helodes phellandrii* L. An denselben Orten lebt die Larve eines merkwürdigen Rüsselkäfers, des lähmenden Stengelbohrers, *Lixus paraplecticus* L. Näheres über die genannten Käfer siehe LAMPERT, TASCHENBERG und andere Schriften.

IV. Kreis. Mollusca, Weichtiere.

I. Klasse. Lamellibranchiata, Muscheltiere.

Die Familie der Unioniden und Najaden fehlt unsern Mooren gänzlich, da die Gewässer keine Fische beherbergen, auf welche diese Muscheln in ihrem Entwicklungsgang angewiesen sind. Reichlich vertreten ist dagegen in denselben die

Familie Cycladidae.

1. *Sphaerium corneum* L., Kugelmuschel, im Moosweiher und den Weiherwiesenteichen, auch im Dürrheimer Moor.

2. *Calyculina lacustris* MÜLLER, sehr häufig im Moosweiher und in andern Sümpfen, auch im Dürrheimer Moor.

3. *Pisidium nitidum* JENYNS im Moosweiher, Hauptgraben u. a. O.

4. *Pisidium obtusale* C. PF., im periodischen Tümpel, Tannenwedelsumpf und Gräben des Schwenninger Moors.

5. *Pisidium ovatum* CLESSIN, massenhaft in der mehrmals genannten Schlenke des Wolfbauernmoors bei Schonach, also im Granitgebiet — eine seltene Muschel, die nach GEYER bis

jetzt nur bei Falkenstein im Bayrischen Wald und bei Schapbach im badischen Schwarzwald gefunden worden ist.

II. Klasse. **Gastropoda, Schnecken.**

Familie Limnaeidae, Teichschnecken.

1. *Limnaea stagnalis* L. var. *turgida* Ure. Häufig im Moosweiher, Tannenwedelsumpf, den Weiherwiesenteichen, den Sümpfen der Dürrheimer Markung, sowie besonders auch im Dürrheimer Moor (hier lebend und im Moorkalk).

2. *Limnaea palustris* Müller var. *corvus* Gmelin. Im Moorkalk des Dürrheimer Moors.

3. *Limnaea peregra* Müller im Schwenninger Moosweiher.

4. *Planorbis marginatus* Drap. im Dürrheimer Moor lebend und im Moorkalk.

5. *P. marginatus* Drap. var. *submarginatus* Zan. im Schwenninger Moosweiher und Tannenwedelsumpf. Bedeutend kleiner als die Stammform; wohl vorwiegend Moorform.

6. *P. contortus* L. im Moosweiher.

7. *Ancylus lacustris* L. im Dürrheimer Moor, aber nur einmal gefunden. 1903.

In der geologischen Sammlung der Stuttgarter Technischen Hochschule findet sich ein Panzer der Sumpfschildkröte *(Emys europaea)* aus dem Schwenninger Moor.

Literaturverzeichnis.

1. Bilfinger, Ein Beitrag zur Rotatorienfauna Württembergs. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. 48. Jahrg. 1892.

2. Bilfinger, Zweiter Beitrag zur Rotatorienfauna Württembergs. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. 50. Jahrg. 1894.

3. O. Bütschli, Protozoen in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Leipzig 1889.

4. Cooke, British Desmids. A Suppliment To British Fresh-Water Algae. 1887.

5. Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Lieferungswerk.

6. Eyferth's einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs von Schönichen und Kalberlah. Braunschweig 1900.

7. Garcke, Illustrierte Flora von Deutschland. 1903.

8. Früh-Schröter, Moore der Schweiz. 1904.

9. Hansgirg, Prodromus der Algenflora von Böhmen. 1886 und 1893.

10. Hudson and Gosse, The Rotifera or Wheel-Animalcules. London 1886—89.

11. Kemmler, Flora von Württemberg und Hohenzollern. Heilbronn 1882.

12. Kirchner und Blochmann, Die mikroskopische Pflanzen- und Tierwelt des Süßwassers. Hamburg 1891 und 1895.

13. Kirchner und Eichler, Exkursionsflora von Württemberg und Hohenzollern. Stuttgart 1900.

14. Klebs, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen. Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen. Heft IV. 1885.

15. Klebs, Flagellatenstudien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 55. 1893.

16. Lampert, Das Leben der Binnengewässer. 1898.

17. Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. 2. Lieferung: Protozoen. Jena 1901.

18. Leidy. Fresh-Water Rhizopods of North Amerika. Report United States Geological Survey of the Territories. Vol. XII. 1879.

19. Leunis, Synopsis der drei Naturreiche.

20. Lützow, Laubmoose Norddeutschlands. 1895.

21. Migula, Kryptogamenflora. 1902—1907.

22. Potonié, Klassifikation und Terminologie der rezenten brennbaren Biolithe und ihrer Lagerstätten. Berlin. Geolog. Landesanstalt u. Bergakademie. 1906.

23. Schenk, Biologie der Wassergewächse. Bonn 1886.

24. Sendtner, Vegetationsverhältnisse Südbayerns. 1854.

25. A. F. W. Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.

26. Thomé, Flora von Deutschland.

27. Warming, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 2. Auflage. bearbeitet von P. Graebner. Berlin 1902.

28. C. A. Weber, Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal. 1902.

29. Weber, Faune rotatorienne du Bassin du Leman. Revue Suisse de Zoologie. Vol. 5. 1898.

30. Zacharias, Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers. 1891.

31. Zelinka, Die Gastrotrichen. Arbeiten aus dem zoologischen Institut zu Graz. III. Bd. No. 2. 1889.

Register.

Abnorme Formen 191.
Absorptionsvermögen 131.
Acanthocystis 31.
„ aculeata 211.
„ erinaceus 211.
„ turfacea 211.
Achillea ptarmica 112.
Achnanthaceae 197.
Acineta 138. 241. 257.
Actinastrum 171.
Actinobolus radians 227.
Actinophrys 211.
Actinosphaerium 211.
Aeolosoma 122. 238. 254.
Aeschniden 204.
Agrioniden 204.
Agrostis canina 47. 49. 79. 109.
Aira caespitosa 78. 79. 109.
„ flexuosa 27. 67. 79. 109. 114.
Akineten 173. 175. 179.
Alectorolophus minor 112.
Algen, echte 170.
„ epiphytische 84.
Alnus glutinosa 48. 72. 110.
Alona quadrangularis 258.
Ameisen 124.
Amoeba 206.
Amphileptus 227.
Amphimonas 214.
Anabaena 168.
Anagallis caerulea 161.
Anapus 251.
Anas boschas 205.
„ crecca 205.
Ancylus lacustris 85. 205. 262.
Andromeda polifolia 76. 81. 94. 99. 111.
Angelica silvestris 111.
Anisonema 225.
Ankenbuckmoor 83.
Antheridien 201.
Anthophysa vegetans 137. 218. 228.
Anthoxanthum odoratum 79. 109.
Anuraea 250.
Aphanocapsa 166.
Aphanothece 166.
Apiocystis 136. 172.
Arachnoidea 258.
Araneïden 259.
Arcella 207.
Arcellina 207.
Argyroneta aquatica 259.
Arnica montana 28. 43. 64. 81. 95. 96. 112.
Arrenurus 88. 173.
Arthrodesmus 188.
Arthropoda 254.
Arthrospira 168.
Aschengehalt 151.
Ascococcus 163.
Ascomorpha helvetica 245.
Asellus aquaticus 258.
Aspidium cristatum 108.
„ spinulosum 33. 108.
„ thelypteris 74.
Aspirotricha 229.
Asplanchna 245.
Asplanchnopus 245.
Asplenum filix femina 113
Astasia 224.
Asterothrix tripus 202.
Atmung 131.
Aufgußtierchen 225.
Aulacomnium 31. 33. 108.

Aulastomum 253.
autotroph 12. 89. 150.
Avena praecox 78. 79.

Bacillariaceen 88. 100. 195.
Bacillus 163.
„ subtilis 164.
Bacteriaceae 163.
Bärtierchen 258.
Bakterien 133. 163.
Balladina 236.
Bambusa Brébissoni 77. 100.
Bartengele 23.
Bartmücke 259.
Bastarde 116. 121.
Batrachospermum vagum 77. 99. 135. 201.
Bdelloida 243.
Beggiatoa 53. 100. 140. 165.
Bekassine 202. 205.
Benthos 10.
Bergwohlverleih 28. 95.
Betula humilis 110.
„ nana 80. 110.
„ pubescens 80. 96. 110. 149. 150.
„ verrucosa 80. 110.
Betulaceae 116.
Bidens cernuus 81. 112.
Binsen 94.
Binsenblatt 156.
Binsensproß 156.
Binuclearia tatrana 178.
Birken 56. 96.
Birkenrost 116.
Blaualgen 165.
Blechnum spicant 79.
Blepharisma 232.
Blindensee 97. 98. 103. 201.
Blindenseemoor 96.
Blutalge 176.
Bodo 213.
Boraginaceae 119.
borstenförmiges Blatt 156.
Borstengras 27.
Botrychium lunaria 113.
Brachionus 250.
Bruchwald 12.
Bryozoënstöcke 72. 84. 138.
Bryum bimum 108.
Bryum Duvali 31. 108.
Büschelmücke 98. 260.
Bulbochaete 136. 180.
Bulte 16. 17. 56. 57. 58. 95. 105.
Bursaria truncatella 233.
Bursaridium Schewiakoffi 233.
Butomus umbellatus 79. 109.

Caenomorpha medusula 234.
Calamagrostis epigeios 79. 109.
Callidina vorax 43. 244.
Callitriche vernalis 81.
Calluna vulgaris 29. 81. 111.
Callunetum 15. 30. 33. 56.
Calothrix 135. 169.
Caltha palustris 111.
Calyculina lacustris 42. 205. 261.
Campanulaceae 120.
Camptothecium 33. 113.
Canthocamptus-Arten 255. 256. 257.
Carchesium 137. 237.
Carex canescens 109.
„ Davalliana 82. 109.
„ echinata 50. 59. 109.
„ flava 110. 115.
„ Goodenoughi 80. 109.
„ leporina 109.
„ panicea 61. 80. 110.
„ paniculata 84. 109.
„ pauciflora 22. 94. 109.
„ pseudocyperus 21. 72. 109. 114.
„ rostrata 53. 80. 110. 115.
„ stricta 17. 109.
„ teretiuscula 39. 84. 109.
„ vesicaria 110.
Caricetum 58. 64. 145.
Carteria 176.
Carum carvi 118.
Caryophyllaceae 117. 161.
Cataclysta 261.
Catenula 253.
Cathypna 249.
Centropagiden 255.
Centropyxis 210.
Cephalosiphon limnias 138. 243.
Cephalothamnium 137. 213.
Cephalozia fluitans 220.
Ceratium 42. 200.

Ceratium tetraceros 51. 200.
Ceratodon purpureus 108. 113.
Ceratoneis 197.
Ceratopogon 98. 259.
Cercomonas 213.
Cetraria islandica 79. 96. 108.
Chaetogaster 238. 254.
Chaetonotus 252.
„ hystrix 252.
„ maximus 42. 252.
„ persetosus 211. 253.
„ Schultzei 252.
„ similis 42. 252.
Chaetopeltis orbicularis 136. 179.
Chaetophora 135. 179.
Chamaesiphon 136. 167.
Chantransia-Form 202.
Chara fragilis 32. 40. 51. 69. 200.
„ hispida 32. 69. 85. 201.
Characeen 99. 200.
Characium 136. 175.
chemische Eigenschaften 126.
Chenopodiaceae 116.
Chilifera 229.
Chilodon 228.
Chilomonas 219.
Chironomus plumosus 260.
Chlamydobacteriaceae 164.
Chlamydodonta 228.
Chlamydomonas 176.
Chlorangium stentorinum 2. 48. 137. 173. 174. 175. 203. 237. 256.
Chlorophyceae 170.
Chromulina 215.
Chroococcaceae 165.
Chroococcus turgidus 165.
Chrysomonadina 215.
Chydorus sphaericus 258.
Cicindela campestris 61.
Ciliaten 137. 140. 225.
Cinetochilum 230.
Cirsium acaule 162.
„ arvense 86. 161.
„ bulbosum 91.
„ eriophorum 28. 59. 67. 73. 159.
„ palustre 112.
„ rivulare 112.
Cladium mariscus 79. 109.
Cladocera 258.
Cladonia coccifera 79. 108.
„ rangiferina 33. 79. 108.
Cladophora fracta 70. 135. 181.
„ -Typus 134.
Cladosporium 124.
Cladothrix dichotoma 164.
Clathrulina Cienkowski 3. 42. 212.
„ elegans 212.
Clespsine 253.
Climacium dendroides 108.
Climacostomum 233.
Clio phragmitellus 260.
Closterium 182.
„ acerosum 65.
„ didymotocum 100. 183.
„ subtile 183.
Coccaceae 163.
Cocconeis 135. 197.
Codonosiga 213.
Coelastrum 171.
Coelopus 247.
Coelosphaerium 166.
Colacium 137. 222.
Coleochaete 136. 180. 181.
„ -Typus 136.
Coleoptera 261.
Coleps 227.
Colpidium 230.
Colpoda 230.
Colponema 214.
Colurus 249.
Comarum palustre 41. 81. 111.
Compositae 120. 145. 161.
Condylostoma 42. 233.
Conferva 178.
Confervaceae 177.
Conjugatae 181.
Copepoden 88. 98. 254.
Copeus 246.
Corethra plumicornis 98. 260.
Coronaria flos cuculi 110.
Corrigiola litoralis 80.
Coscinodiscaceae 196.
Cosmarium-Arten 188—190.
Cosmarium botrytis var. emarginatum 53. 190.
Cosmarium crenatum 48.

Cosmocladium pulchellum 42. 190.
Cothurnia 137. 239. 240.
Crambus 204. 260.
Craspemonadina 213.
Cruciferae 117.
Crucigenia 171.
Crustaceae 254.
Cryptoglena 224.
Cryptomonas 219.
Cyanophyceae 165.
Cycladidae 261.
Cyclidium 232.
Cyclonexis annularis 3. 42. 203. 217.
Cyclopiden 255.
Cyclops-Arten 255—257.
Cylindrocapsa 180.
Cylindrocystis 187.
Cylindrospermum 169.
Cymatopleura solea 52. 70. 199.
Cymbella 136. 198.
Cyperaceen 114. 144.
Cyphoderia 210.
Cysten 207. 210. 234.

Dactylococcus 171.
Dactylosphaera 207.
Daphnia pulex 258.
Daphniden 98.
Dauereier 251.
Dauerzellen 219.
Deltomonas 137. 214.
Dendrocoelen 253.
Dendromonas 137. 213.
Dero digitata 254.
Desmidiaceen 100. 181. 196.
Desmidium 182.
Dianthus deltoides 28. 44. 59. 64. 80. 110.
Diaschiza 248.
Diatoma 136. 196.
Diatomeen 88. 100. 195. 196.
Diatomeen-Typus 135.
Dicranella 113.
Didymopryum 182.
Difflugia 208.
Diglena 246.
Dileptus 228.
Dimastigamoeba 212.
Dimorpha 212.
Dimorphococcus 170.
Dinamoeba 206.
Dinema griseolum 225.
Dinobryon ramosum 42. 43. 217.
„ sertularia 42. 51. 217.
„ stipitatum 42. 51. 217.
„ utriculus 137. 217.
Dinocharis 247.
Dinophrya 226.
Dipleurostyla 236.
Diplogaster 253.
Diplosiga 213.
Dipsaceae 120.
Diptera 259.
Distigma 224.
Distomata 214.
Distyla 249.
Docidium 188.
Donacia menyanthidis 261.
Doppelschwefeleisen 62.
Dorylaimus 253.
Drepanomonas dentata 3. 42. 49. 140. 230. 231.
Drosera 69.
„ anglica 80. 111.
„ intermedia 80. 111.
„ rotundifolia 15. 32. 33. 80. 111.
Dürrheimer Moor 5. 83.
Durchlüftungssystem 157.

Eisenalgen 223.
Eisenbakterium 41. 51. 164. 223.
Eisenhydroxyd 41. 48. 52. 84. 87. 97. 190. 213. 223.
Eisenvitriol 63.
Eintagsfliegen 204.
Empetrum nigrum 81. 111.
Emys europaea 125. 262.
Enchelys 225.
Encyonema palustris 136.
Entosiphon 225.
Eosphora 246.
Epilobium palustre 111.
Epipactis palustris 32. 61. 73. 110.
Epistylis 137. 237. 238.
Epithemia 135. 199.
Equisetum limosum 40. 108. 113.
Erdschnaken 259.

Eremosphaera viridis 170.
Erica tetralix 78. 81. 111.
Ericaceen 14. 118. 149. 151.
ericoides Blatt 156.
Erlensumpf 48.
Eriophorum latifolium 109.
„ polystachium 80. 109.
„ vaginatum 23. 80. 109.
Euastrum 190. 191.
Euchlanis 248. 249.
Eudorina 177.
Euglena-Arten 220—223.
Euglena deses 140. 222.
„ spirogyra 221. 223.
Euglenoidina 220.
Euglenopsis 224.
Euglypha 210.
Eunotia arcus 70. 197.
Euphrasia stricta 28. 55. 112.
Euphyceae 170.
Euplotes 236.
eutroph 144. 151.
Exkremente 124.
Exobasidium vaccinii 118.

fadenförmiges Blatt 156.
Fadenwürmer 253.
Fäulnis 122.
Faltenmücke 259.
Farnpflanzen 113.
Faulbaum 117.
Faulschlamm 11. 121—123.
Festuca fallax 58. 109.
„ loliacea 46. 114.
„ ovina 79. 109. 155.
„ rubra 58.
Fett 220. 224.
Fettgehalt 122. 177. 212. 220.
Fettkraut 94.
Fieberklee 24. 46.
Fieberkleesumpf 46.
Filipendula ulmaria 45. 84. 111. 117. 152.
Flachmoor 74. 141. 213.
„ torf 124.
„ vegetation 144.
Flagellaten 123. 137. 212.
Flechten 159.
fleischfressende Pflanzen 148.
Floscularia 138. 241. 242.
Fragilaria 136. 197.
Fredericella 72. 84. 138.
Frontonia leucas 229.
„ lurida 230.
Frühling 22. 202. 217. 218.
Furcularia 246.

Gagelstrauch 78.
Galera hypni 57. 108.
„ „ var. sphagnorum 50. 77. 79. 108.
Gallen 25. 93. 115.
Gallertkokken 163.
Galium-Arten 83. 112.
Galium saxatile 81. 95. 96. 112. 120.
Gallinago gallinula 203.
„ media 202.
Gallinula chloropus 203.
Gastropoda 262.
Gastrotricha 251.
Gasvakuolen 132. 133.
Gehängemoor 147.
Genista anglica 81.
„ sagittalis 95. 154.
Gentiana germanica 59.
„ pneumonanthe 81. 112.
„ verna 59. 73. 112.
Geißelträger 212.
Gerda glans 236.
Gipskeuper 6. 41.
Glanzgras 72. 83.
Glaucocystis 202.
Glaucoma 229.
Glenodinium 200.
Gliederfüßler 254.
Gloeocystis 172.
Glumifloren 150.
Glyceria 53. 109. 114.
Gnaphalium 58. 81. 112. 155.
Gomosphaeria 166.
Gomphonema 136. 198.
Gongrosira 179.
Gonium 176.
„ tetras 49.
Gonostomum 235.
Gonyostomum semen 3. 77. 219.
Gräser 94. 144. 145. 162.

Gramineen 113. 160.
Granit 129.
Gratiola officinalis 112.
Grünalgen 170.
Grund-Diatomeen 85. 132.
Gymnadenia albida 115.
Gymnodinium 199.
Gymnostomata 225.
Gymnozyga Brébissoni 77. 100. 182.
Gyrinus natator 204.
Gyrocoris oxyura 234.

Haarbekleidung 151. 156.
Haare 131.
Habergeiß 202.
Haemonia equiseti 261.
Hagenwiesen 59.
Halbschmarotzer 161. 162.
Halophyten 126.
Halorrhagidaceae 118.
Halteria 235.
Harpacticiden 255.
Hauptgraben 54.
Hauptgranit 92.
Heidbult 106.
Heide, gemeine 29. 159.
Heidelbeere 63.
Heidemoor 15.
Heleocharis acicularis 39. 80. 109.
„ palustris 109.
„ uniglumis 61. 109.
Heleopera 210.
Heliozoën 140. 210.
Helodes phellandrii 261.
Hemidinium 199.
Herbst 28. 205.
Heteronema 224.
Heterotricha 232.
Heubazillus 164.
Hexamitus 214.
Hieracium auricula 112.
„ pilosella 155.
„ pratense 112.
„ silvestre 112.
„ umbellatum 81.
Himmelsziege 202.
Hippuris vulgaris 47. 71. 81. 87. 111. 138. 141.
Hirudo medicinalis 253.
Hochmoor 76. 141. 147.
„ pflanzen 65.
„ see 104.
„ tönnchen 125. 253.
„ torf 124.
Hölzleskönig 9.
Holacanthum 188.
Holophrya simplex 3. 51. 225.
Hormidium flaccidum 33. 178.
Hottonia palustris 81.
Hülbenbrunnen 61.
Humulus lupulus 48.
Humussäuren 123.
Hungerformen 20.
Hungergräser 27. 159.
Hyalobryon ramosum 42. 43. 137. 203. 218.
Hyalodiscus 206.
Hyalosphenia 208.
Hyalotheca 182.
Hydrachniden 88. 259.
Hydrocampa nymphaeata 51. 204. 260 261.
Hydrocharis morsus ranae 79. 133.
Hydrocharitenvegetation 11.
Hydrocotyle vulgaris 78. 81. 111.
hydrophil 151.
Hymenomonas roseola 77. 215.
Hypericaceae 118.
Hypericum quadrangulum 111.
Hypnaceen 99. 144. 145. 150.
Hypnum 113.
„ cuspidatum 108.
„ exanulatum 108.
„ falcatum 70.
„ fluitans 31. 108. 133. 138.
„ stramineum 108.
Hypotricha 235.

Jasione montana 81. 112.
„ perennis 58. 72. 95. 112.
Ichthydium 251.
„ sulcatum 3. 251.
Illoricata 245.
Infusoria 225.
Infusorienwelt 204.
Insecta 259.

Insektenwelt 204.
Intercellularräume 157.
Iris pseudacorus 80. 110.
„ sibirica 80.
Isocystis 168.
Juncaceae 115. 145.
Juncaginaceae 145.
juncoides Blatt 156.
juncoider Sproß 156.
Juncus acutiflorus 80. 110.
„ effusus 110.
„ filiformis 93. 110.
„ glaucus 49. 82. 110.
„ Leersi 80. 110.
„ obtusiflorus 110.
„ squarrosus 80. 95. 110.
„ supinus 110.
„ „ var. fluitans 101. 110.
„ „ var. uliginosum 80.
Jungfernnelke 28. 44.
Juniperus communis 58. 108. 158. 159.

Käfer 261.
Kali 126. 147.
Kalk 67.
Kalkalgen 195.
kalkarm 147.
Kalkarmut 90. 129.
„ auswitterung 48.
„ boden 127.
„ gehalt 89. 128.
„ inkrustation 35. 169.
„ niederschlag 50.
„ pflanzen 56. 65. 66. 67. 82. 126. 128. 129.
„ reichtum 90.
Kampf der Arten 129.
Kentrosphaera 172.
Kerbtiere 259.
Kibitz 202. 205.
Kiefer, gemeine 158.
Kiehnenmoor 187.
Kieselboden 127.
Kieselpflanzen 126. 128.
Knochenbrüchigkeit 90.
Knospung 207. 237. 239.
Königsfarn 78.
Kohlensäure-Assimilation 131.
Kokken 163.
Kolonien 132. 211.
kombinierter Moortypus 147.
Kopulation 208. 211.
Kräuter, rasenbildende 159.
Kragenmonaden 213.
Kratzdistel, wollköpfige 159.
Krebstiere 254.
Krickente 205.
Kristallinse 246.
Kuckucksgallen 120.
Kugelbakterien 163.
Kugelmoos 64.
Kugelmuschel 261.
Kusselform 96.
Kutikularisierung 152.

Labiatae 119.
Lacrymaria 226.
„ lamella 226.
Lamellibranchiata 261.
Lamprocystis 100. 140. 163.
Lampropedia 163.
Laubfall 155.
Ledum palustre 81. 111.
Leguminosen 125.
Lembadion 232.
Lemna 134
„ minor 38. 72. 80. 110.
„ trisulca 47. 72. 87. 110.
Lentibulariaceae 120.
Leontodon hastilis 28. 112.
Lepidoderma 252.
Lepidoptera 260.
Leptothrix ochracea 41. 52. 164. 223.
Lestes sponsa 204.
Lettenkohlenformation 5.
Leucobryum glaucum 64. 78. 79. 108.
Leucophrys 229.
Leukosin 215.
Libellenarten 204.
Libelluliden 204.
Lichtempfindlichkeit 186.
Lichtmotten 260.
Lichtschutzapparate 131.
Limnaea palustris 84. 262.
„ peregra 205. 262.
„ stagnalis 42. 48. 84. 205. 253. 262.

Limnias ceratophylli 138. 243.
Limnodrilus Udekemianus 42. 253.
Limonit 52. 223.
Linum catharticum 111.
Lionotus 228.
Livia juncorum 25. 93. 115.
Lixius paraplecticus 261.
Lorbeerweide 28. 44.
Loricata 247.
Lotus uliginosus 111.
Loxodes 228.
Loxophyllum 228.
Lüneburger Heide 187.
Luzula multiflora 110.
Lycopodium clavatum 79. 108. 159.
„ inundatum 79. 108.
„ selago 79. 95. 108. 149. 156.
Lycopus europaeus 112.
Lysimachia thyrsiflora 40. 73. 81. 112. 154.
„ vulgaris 73.
Lythrum salicaria 111.

Macrobiotus macronynx 258.
Magnesia, kohlensaure 67.
Magnocaricetum 48.
Mallomonas Ploessly 99. 132. 215.
Malteser Kreuz 51.
Marchantia polymorpha 46. 55. 107.
Markasit 62.
Mastigamoeba 212.
Mastigocerca 247.
Mastigophoren 140. 212.
Maulwurf 124.
Meeraugen 97.
Melampyrum pratense 112. 149.
Melicerta 243.
Melosira 196.
Menoideum 224.
Mentha grata 40. 81. 112. 130. 157.
„ aquatica var. vertillata 81. 112. 130.
Menyanthes trifoliata 26. 46. 71. 81. 95. 112.
Meridion 196.
Merismopedia 166.
Mesostoma 253.
Mesotaenium 184.
Metacineta 240.
Meteorpapier 31. 104.
Metopidia 249. 250.
Micrasteris 191.
„ crux melitensis 42. 51. 191.
„ papillifera 101. 192.
„ truncata 31. 192.
Microcodides 245.
Microcodon 245.
Micrococcus ruber 140. 163.
Microspora floccosa 178.
„ stagnorum 54.
Microstoma 253.
Microthamnium 135. 179.
Mikroglena 215.
Mikrothoracina 230.
Mischococcus 135. 173.
Moina branchiata 258.
Molinia caerulea 27. 79. 109.
Molinietum 43. 61. 64.
Mollusca 261.
Monas 213.
Monosiga 213.
Monostyla 249.
Montia rivularis 139.
Monura 249.
Moorformen 20. 31. 162.
„ heidelbeere 27.
„ kalk 68. 83.
„ kiefer 150.
„ schnepfe 203. 205.
„ torf 121.
„ waldflora 64.
Moosbeere 27. 28.
„ bulte 33. 106.
Moose 145.
Moosform 244.
„ wäldle 63.
„ weiher 38.
Mougeotia 194.
„ laetevirens 195.
„ nummuloides 103. 194.
„ viridis 195.
Mougeotiopsis 195.
Muschelkalkformation 4.
Muscheln 98.
Muscheltiere 140. 261.
Mutterkorn 114.
Mycrocystis flos aquae 166.

Mykorrhiza 124. 148.
mykotroph 12. 89. 101. 124. 151.
Myrica gale 78. 110.
Myriophyllum 72. 84. 111.
Myxomyceten 64.

Nadelblatt 156.
Nadelhölzer 158.
Nährstoffgehalt 89.
Naïden 238.
Naïs proboscidea 254.
„ uncinata 238. 254.
Najaden 261.
Nardetum 43. 56.
Nardus stricta 27. 43. 109.
Narthecium ossifragum 80. 110.
Nassula 228.
Nasturtium palustre 111.
Nauplius 173.
Navicula 197.
„ (Encyonema) lacustris 136.
Nebela 209.
Neckartäle 18.
Neckarursprung 6.
Nematoden 140. 253.
Nemoteles 259.
Nephelis 253.
Nephrocytium 170.
Nereïden 134.
Nitella 25. 201.
nitrifizierende Bakterien 123.
Nitrophyten 54. 126. 161.
Nitzschia 199.
Nostoc 168.
Notommata 245.
Nuclearia 210.

Ochromonadina 216.
Odontomyia 259.
Oecystes 138. 243.
Oedogonium 135. 180.
Öl. fettes 123. 177. 214. 215. 219.
ölbildende Moororganismen 3.
Öle, ätherische 157.
ölführende Algen 123.
Ölteer 123.
Öltropfen 172. 173. 230. 247. 254.
Oenanthe aquatica 20. 47. 81. 111.
Ohrweide 44.
Oikomonas 187. 212.
Oligochaeten 140. 253.
Oligotricha 234.
oligotroph 151.
Onagraceae 118.
Ononis spinosa 154.
Onychodromus 235.
Oocystis 170.
Opercularia 137. 238.
Ophiocytium 175.
Ophrydium versatile 42. 51. 138. 170. 238. 239.
Opistodon 229.
Orchidaceae 115. 145.
Orchis incarnata 47. 110.
„ latifolia 47. 59. 110.
„ maculata 64.
„ morio 59.
Oscillatoria 167.
„ sancta 48.
„ tenuis 168.
Osmunda regalis 78. 79.
Ostracoden 87. 98.
Oxytricha 235.

Palmella muscosa 97. 136. 172.
Palmodactylon 172.
Pamphagus 210.
Pandorina 177.
Pantostomatina 212.
Papilionaceae 117. 161.
Papillen 152.
Paramaecium 231.
Paramylon 220.
Parnassia palustris 26. 41. 80. 95. 111.
Pastinaca sativa 118.
Pediastrum 175.
„ biradiatum 176.
„ rotula 176.
„ tetras 175.
Pedicularis 112.
Pelomyxa 207.
Penium 185.
„ digitus 185.
„ spirostriolatum 2. 99. 100. 181. 185—187.
Peranema 224.

perennierende Copepoden-Arten 255.
Peridineen 123. 199.
Peridinium 200.
„ tabulatum 42. 200.
periodischer Tümpel 43.
Perionella 175. 182.
Perispira 226.
Peritricha 236.
Petalomonas 224.
Peucedanum palustre 54. 74. 81. 111.
Pfeifengras 27. 82.
Pflanzenlisten 79—81. 108—112.
Phacus 223.
„ alata 223.
„ longicauda 223.
Phalaris arundinacea 48. 49. 72. 79. 82. 83. 109. 142.
Phegopteris polypodioides 94.
Philodina 243.
„ aculeata 243.
Philonotis caespitosa 108.
„ calcarea 47. 48. 70. 108.
„ fontana 47. 48. 70. 108.
Phosphorsäure 147.
Phragmites 49. 71. 72. 79. 109. 143.
Phragmitetum 60.
Phryganea grandis 203.
Phyllomitus 214.
physikalische Eigenschaften 126.
Phytoplankton 133.
Pilze 124.
Pilztätigkeit 151.
Pimpinella saxifraga 118.
Pinguicula vulgaris 76. 81. 93. 112.
pinoides Blatt 156. 158.
Pinus montana var. uncinata 95. 108. 150.
„ silvestris 108.
Pirus aucuparia 80. 95. 111.
Pisidium nitidum 42. 54. 205. 261.
„ obtusale 43. 48. 54. 205. 261.
„ ovatum 3. 97. 205. 261.
Plagiopyla nasuta 232.
Plagiotomina 232.
Plakopus 206.
Planaria alpina 101. 253.
„ torva 42. 253.
Plankton 10. 102. 132.
„ algen 168. 171. 196. 200.
Planktondesmidiacee 193.
Planktondiatomeen 132.
Planktonflagellaten 215. 217. 218. 219.
Planktontier 260.
Planorbis contortus 262.
„ marginatus 42. 84. 205. 241. 253. 262.
Plantaginaceae 120.
Plasmaströmungen 231.
Platanthera bifolia 60. 95. 110.
Pleurococcus 170.
Pleuromonas 214.
Pleuronema 232.
Pleurosigma 198.
Pleurotaeniopsis 188.
Pleurotaenium 187.
Ploïma 245.
Poa trivialis 114.
Podophrya 188. 205. 241.
Poduriden 53.
Polyarthra 245.
Polygala amara 47. 111.
Polygonaceae 116. 161.
Polygonum amphibium 16. 65. 110. 116. 141.
Polypodium vulgare 79.
Polytrichaceae 149.
Polytrichum commune 34. 79. 108.
„ gracile 33. 34. 66. 108.
„ juniperinum 57. 65. 66. 77. 108.
„ strictum 34. 65. 66. 108.
Populus tremula 80. 110.
Potamogeton natans 38. 65. 79. 109. 204.
„ polygonifolius 78. 79.
„ pusillus 65. 113. 138.
Potentilla 81. 111.
Preiselbeere 28. 95.
Primula auricula 76.
„ elatior 23.
„ farinosa 6. 76.
„ officinalis 28.
Proales 246.
Prorodon 226.
„ teres 226.
Protamoeba 206.
Protococcus 175.
Protomastigina 212.

Protozoa 206.
Pseudospora parasitica 194.
Pterodina 250.
Pteridomonas pulex 212.
Pteridophyten 145.
Ptychoptera 259.
Pyralidae 260.
Pyrit 62.
Pyxidium 137. 238.

Quercus robur 13.

Radiola linoides 81.
Radizellentorf 62.
Rädertiere 123. 138. 241.
Ranatra linearis 203. 259.
Ranunculaceae 117. 145. 161.
Ranunculus aquatilis 47. 84. 111.
„ flammula 80. 111.
„ „ var. reptans 47. 49. 61. 80. 111.
„ lingua 45. 111.
„ sceleratus 54. 80. 111.
Raphidenbündel 87.
Raphidium 170. 171.
Rattulus 247.
Rauschbeere 27. 28. 63. 95.
Regenwurm 124.
Relikt 42. 200. 253.
Renntierflechte 33.
Rhabdocoeliden 253.
Rhabdostyla brevipes 137. 238.
„ „ var. epinaïs 3. 137. 238. 254.
Rhamnaceae 117.
Rhamnus frangula 81. 111.
Rhapidiomonas semen 3. 77. 219.
Rhaphidiophrys pallida 211.
Rhinantheen 146.
Rhipidodendron 214.
Rhizobium leguminosarum 125.
Rhizoclonium 181.
Rhizoidenfilz 158.
Rhizopoden 140. 206.
Rhizota 241.
Rhodophyceae 201.
Rhoicosphenia 136. 197.
Rhopalodia 199.
Rhynchospora 14. 78. 79. 80. 109.
Riesenexemplar von Arcella 208.
Rietebrünnnle 8.
Rivularia 51. 136. 169.
Rohrbestände 11.
Rohrhuhn 203. 205.
Rohrsümpfe 142.
Rollblatt 155. 156.
Rosaceae 117. 145.
rosettenbildend 160.
Rosettenpflanzen 162.
Rotalgen 201.
Rotation 231.
Rotatoria 241.
Rotifer 244.
„ actinurus 244.
Rubiaceae 120.
Rubus idaeus 55. 80. 111.
„ plicatus 81.
Ruderalpflanzen 54. 126.
Rüsselzünsler 260.
Rumex acetosella 50. 110.

Sagina nodosa 26. 47. 71. 80. 110.
„ procumbens 80. 110.
Sagittaria sagittifolia 79.
Saline 15.
Salinenmoos 44.
Salicaceae 115.
Salix aurita 64. 80. 95. 100. 110.
„ cinerea 80. 110.
„ livida 110.
„ pentandra 28. 64. 110.
„ repens 28. 47. 80. 110. 159.
Salpina 248.
Sandbräutlein 26. 47.
Sandflur 160.
Sand und Moor 129.
Sanguisorba officinalis 117.
Santalaceae 116.
Sapropel 11. 121—123. 177.
„ bildung 212. 254.
„ grund 220.
Saprophytenvereine 140.
sauerstoffarm 130.
Sauginfusorien 240.
Saxifraga granulata 59. 73.
Scapania uliginosa 95. 108. 139.

Scaridium 247.
Scenedesmus 171.
Schabelwiesenmoor 5. 90.
Scheidenbakterien 164.
Scheuchzeria palustris 14. 78. 79. 97. 109. 149.
Scheuchzerietum 102.
Schildfarn, dorniger 33.
Schilfkäfer 261.
Schilftorf 62.
Schizacanthum armatum 188.
Schizochlamis gelatinosa 42. 170.
Schizomycetes 163.
Schizophyceen 139. 165.
Schlammvegetation 11.
Schlankjungfer 204.
Schlenke 104.
Schloßrolle 23.
Schmetterlinge 260.
Schmiele 27.
Schnecken 87. 262.
Schopfelenbühl 18.
Schraubenbakterien 164.
Schwärmer 236. 239.
Schwärmsporen 173.
Schwebevorrichtungen 132.
Schwefel 63.
„ bakterien 3. 53. 62. 85. 87. 91. 100. 128. 140. 163. 164. 165.
„ brunnen 61.
„ körner 163.
„ wasser 61.
„ wasserstoff 62.
Schwingrasen 30. 39. 50.
Scirpetum 48. 51.
Scirpus caespitosus 76. 80. 95. 109.
„ lacustris 35. 80. 109.
„ setacius 114.
„ silvaticus 109.
„ Tabernaemontani 3. 35. 36. 40. 61. 80. 85. 109. 126.
Scleranthus annuus 55. 80. 111.
Scrophulariaceae 119.
Scutellaria galericulata 41. 81. 112.
Scyphidia 137. 205. 236.
Scytonemaceae 169.
Seggen 25. 34. 94.
Seggenbulte 87. 150.
Selenastrum 171.
Selinum carvifolia 63. 74. 111.
Senecio aquaticus 6.
„ silvaticus 81. 112.
„ spatulifolius 48. 73. 81. 112.
Serratula tinctoria 58. 63. 73.
Setzebrünnele 18.
Silaus pratensis 111.
Simocephalus vetulus 258.
Sirogonium 194.
Solanaceae 119.
Solanum dulcamara 55.
Sommer 24. 204.
Sommerformen von Copepoden 255.
Sonnentierchen 210.
Sorastrum 171.
Spaltalgen 165.
Spaltöffnungen 157.
Spaltpflanzen 163.
„ pilze 163.
Sparganium erectum 73.
„ minimum 40. 72. 79. 109. 138.
„ simplex 73.
Spathidium 225.
Spergula arvensis 80. 110.
Spergularia rubra 27. 80. 110.
Sphaerella pluvialis 65. 176. 209.
Sphaerophrya 231. 235. 236. 240. 241.
Sphaerium corneum 42. 205. 261.
Sphagnaceae 149.
Sphagnetum 15. 29. 102.
Sphagnum 69.
„ acutifolium 30. 108.
Sphagnum-Arten 107. 139.
Sphagnum compactum 30. 108.
„ cuspidatum 31. 79. 108. 113 133.
„ cymbifolium 30. 79. 108.
„ medium 30.
„ molle 30.
„ -Moor 148.
„ papillosum 30.
„ recurvum 31. 108.
„ riparium 31. 108.
„ rubellum 30.
„ subnitens 30.
„ subsecundum 30. 108.
„ turfaceum 108.

Sphenoderia 210.
Sphenomonas 224.
Spinnen 259.
Spinnentiere 258.
Spirillum 164.
Spirochaete plicatilis 164.
Spirogyra 37. 193.
„ stictica 194.
Spirostomum ambiguum 42. 232.
„ teres 42. 233.
Spirotaenia condensata 185.
„ obscura 42. 185.
Spirotricha 232.
Spirulina 168.
Stabwanze 203. 259.
Stäbchenbakterien 163.
Staurastrum 192.
„ furcigerum 193.
„ hexacerum 42. 192.
Staurogenia 171.
Stechmücken 205.
Stellaria graminea 58.
Stengelbohrer 261.
Stenostoma 253.
Stentor 137. 233.
„ Baretti 234.
Stephanops 248.
„ cirrhatus 248.
„ intermedius 248.
„ longispinatus 99. 248.
Stiche 33.
Stichgraben 36. 65.
Stichotricha 235.
Stickstoff 124. 125. 147.
„ gehalt 148.
Stigeoclonium 135. 179.
Stinktorf 62.
Stockente 205.
Stoffwechselprodukte 214. 215. 219. 220. 224.
Sträucher 146.
Stratiomys chamaeleon 259.
Stratiotes aloides 79.
Streckfußmücke 259.
Strombidium 234.
Strudelwürmer 253.
Stylaria lacustris 254.
Stylonychia 236. 240.
Succisa pratensis 81. 112.
Suctorien 138. 240.
Sumpfdreizack 25.
„ erz 41. 223.
„ fauna 137.
„ gas 51.
„ kiefer 95. 96.
„ pflanzen 140.
„ schildkröte 262.
„ vegetation 11.
Surirella 199.
Synchaeta 245.
Syncrypta volvox 216.
Synechococcus 165.
„ major 166.
Synedra 136. 197.
Synura 215.

Tabellaria 136. 196.
„ fenestrata 196.
Tafelkokken 163.
Tannenbärlapp 95.
„ wedel 71. 87.
„ wedelsumpf 47.
Tanypus 98. 259.
Taphrocampa annulosa 245.
Tardigrada 258.
Taumelkäfer 204.
Tausendfüße 124.
Teer 123.
Teichhuhn 203.
„ schnecken 262.
Teilung 184. 207. 227. 241.
Teilungsvorgang 182.
Testaceae 207.
Tetmemorus 187.
Tetramitus 214.
Tetrapedia gotica 167.
Tetraspora 172.
Thesium pratense 59.
Thiothrix 53. 100. 140. 164.
Thymus 119. 157.
„ chamaedrys 159.
„ lanuginosus 156. 159.
Tipuliden 259.
Tokophrya 138. 241.
Torfboden 178. 179. 222.
Tolypothrix 135. 169.

Trachelius ovum 228.
Trachelmonas 222.
Transpiration 155.
Trepanomonas 214.
Trichocysten 220. 229. 231. 232.
Trichogyn 201.
Trichostomata 229. 230.
Trientalis europaea 81. 112.
Trifolium medium 59.
Triglochin palustris 25. 40. 59. 79. 109.
Trigonodus-Dolomit 5.
Triodia decumbens 57. 79. 109.
Trochilia 229.
Trockentäler 18.
Trollblume 15. 25.
Trollius europaeus 15. 23.
Tropidoscyphus 225.
Tubicolaria najas 138. 243.
Tubificidae 253.
Tunikagräser 157. 158.
Turbellaria 253.
Tussilago farfara 55. 67. 121. 161.
Typha angustifolia 79. 109.
„ latifolia 79. 109. 143.
Typhetum 48. 51.

Übergangswald 13.
Ulotrichaceae 177.
Ulothrix moniliformis 77. 178.
„ subtilis 54. 178.
„ zonata 135. 178.
Umbelliferae 118. 145.
Umbilicaria pustulata 94.
Unioniden 261.
Unterschiede zwischen Mooren 150.
Unterwuhr 5. 82.
Urceolus 224.
Uroglena volvox 203. 218.
Urocentrum 232.
Uroleptus 235.
„ piscis 241.
Uronema 140. 230.
Urophagus 214.
Urostyla 235.
Urotricha 226.
Urtica dioica 54. 55. 116.
Urtiere 206.
Utricularia 134.
Utricularia minor 21. 73. 112. 238.
„ vulgaris 21. 71. 73. 87. 112 240.

Vacuolaria 219.
Vaccinium myrtillus 81. 111.
„ oxycoccus 27. 28. 32. 81. 111.
„ uliginosum 27. 28. 81. 111.
„ vitis idaea 28. 59. 81. 111.
Vaginetum 13. 33. 102.
Valeriana dioica 112.
„ officinalis 120.
Vampyrella 210.
Vanellus cristatus 202.
Vanheurckia vulgaris 100. 136. 198.
Vaucheria 181.
Verbreitung der Arten 205.
vergrünte Blüten 118. 120.
Verlandung 38. 39.
Vermes 241.
Vermoderung 122.
Vernarbungsbestände 33. 34.
Veronica scutellata 47. 112.
„ verna 119.
Vertorfung 122.
Verwerfung 7.
Verwesungsbakterien 123.
Vicia cracca 48. 81. 111. 156.
Viola canina var. ericetorum 118.
„ palustris 24. 111.
Vogelbeere 117. 146. 149.
Vogelwelt 202. 205.
Volvocaceae 176.
Volvox 177.
Vorticella 137.
„ monilata 237.
„ nebulifera 213. 237.
Vorticellina 236.
Vortex 253.

Wacholder 58.
Wachsüberzüge 152.
Waffenfliegen 259.
Wahlvermögen 127.
Wappentierchen 250.
Wasseraufnahme 157.
„ bärtierchen 258.
„ blüte 26. 85. 132. 163. 164. 166 168. 221.

Wasserflöhe 258.
„ milben 259.
„ scheide 8. 14.
„ schlauch 26. 87.
„ schnecken 101. 205.
„ spalten 151.
„ spinne 259.
„ wanzen 259.
Webera nutans 108.
Weichtiere 261.
Weiden 56. 86. 146. 149.
„ rosen 116.
Weiherwiesenteiche 49.
Weisia viridula 35. 61. 108.
Widertonmoose 94. 153.
Wiesenkönigin 45.
„ motten 204.
„ pflanzen 160.
Wildente 205.
Wimperinfusorien 225.
Wind 205.
„ föhren 57. 158.
Winterformen von Cepepoden 255.
Wolfbauernmoor 14.
Würmer 241.
Wolfsdistel 28.
Wollgräser 34. 94.
Wurzelfüßler 206.
„ torf 62.

Xerophil 151.
Xerophytencharaktere 151.
„ vegetation 154.

Zannichellia palustris 79.
Zoochlorella 176. 208.
Zooplankton 133.
Zsombékformation 84.
Zuckmücken 259.
Zünslermotten 260.
Zweiflügler 259.
Zwergstrauchheide 159.
Zwischenmoor 141. 147.
„ torf 124.
Zylinderblatt 153.
Zygnema 195.
Zygnemaceae 193.
Zygogonium 195.
Zygospore 182.
Zygoten 195.

Berichtigungen.

Es muß heißen:

S. 6, Zeile 8 von unten: Weiherwiesen.
„ 8, „ 14 „ „ : „
„ 17, „ 10 „ „ : „
„ 21, „ 21 „ „ : „
„ 22, „ 15 „ „ : *Ceratodon.*
„ 26, „ 17 „ „ : Weiherwiesen.
„ 50, „ 9 „ „ : ***sphagnorum.***
„ 74, „ 9 „ „ : *Campothecium.*
„ 77, „ 7 „ „ : ***sphagnorum.***
„ 81, „ 15 „ „ : ***aquatica*** var. *verticillata.*
„ 126, „ 11 „ „ : gemischtem.
„ 130, „ 8 „ „ : *thyrsiflora.*
„ 160: **C. Die Mesophytenvegetation.**
„ 206: **XI. Mikrofauna der Moore.**

Erklärung der Abbildungen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1a. Wahrscheinlich *Synechococcus major* Schröter var. *crassior* Lagerh. Vergrößerung 1200; in Wirklichkeit 32—56 μ lang, 18—26 μ dick. S. 165 und 166.

Fig. 1b. Dieselbe Form in Teilung. Vergrößerung 700.

Fig. 2a. *Pediastrum tetras* Ralfs, ein 8zelliges Cönobium (1 + 7). Der Zwischenraum zwischen Mittelzelle und Randzellen sollte gleichmäßiger und etwas größer sein. Vergrößerung 2800; Durchmesser in Wirklichkeit 25 μ. S. 175.

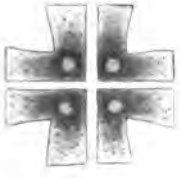
Fig. 2b. Dieselbe Art als 4zelliges Cönobium. Vergrößerung etwa 700. S. 175.

Fig. 2c. *Pediastrum biradiatum* Meyen (*P. rotula* Ehrbg.). Vergrößerung 2500; Cönobium in Wirklichkeit 30 μ lang, 24 μ breit. S. 176.

Fig. 1a

1200 : 1

Fig. 2b



700 : 1

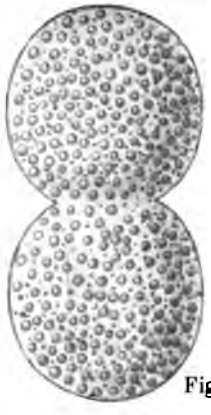


Fig. 1b

700 : 1

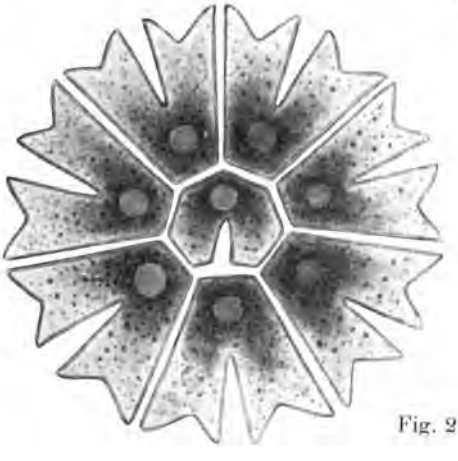
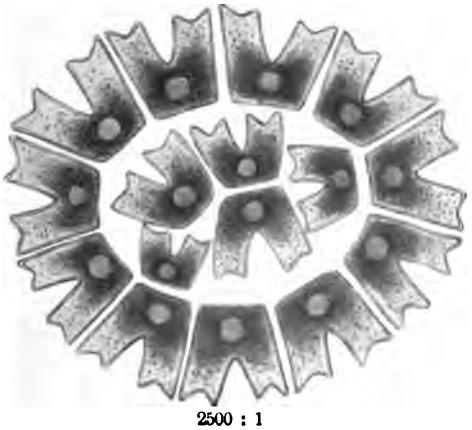


Fig. 2a

2800 : 1

Fig. 2c



2500 : 1

Erklärung der Abbildungen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 3. *Penium spirostriolatum* Barker. Chl = Chlorophyllplatten, N = Kern, Py = Pyrenoide. Die Spiralstreifung tritt in der Abbildung stärker hervor als in natura; der Deutlichkeit wegen ist die Zahl der schiefen Längsrippen verringert. Vergrößerung 550; in Wirklichkeit 117—192 μ lang, 16—24 μ dick. S. 185—187.

Fig. 4. *Drepanomonas dentata* Fresen. Ma = die beiden Makronuklei (nach Bütschli eingetragen), cV = die kontraktile Vakuole. Vergrößerung 1100; in Wirklichkeit 60—64 μ lang, 24—28 μ breit. S. 230 und 231.

Fig. 5. Vielleicht *Bursaridium Schewiakoffi*. N = Nukleus, cV = kontraktile Vakuole. Vergrößerung 1100; in Wirklichkeit 70 μ lang. S. 233.

Fig. 6. *Micrasterias crux melitensis* Ralfs. Vergrößerung 720, in Wirklichkeit 110—130 μ lang, 100—120 μ breit. S. 191.

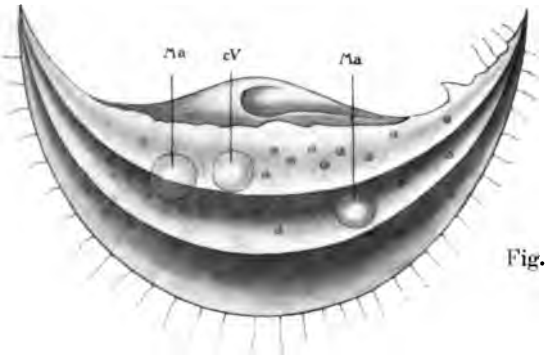
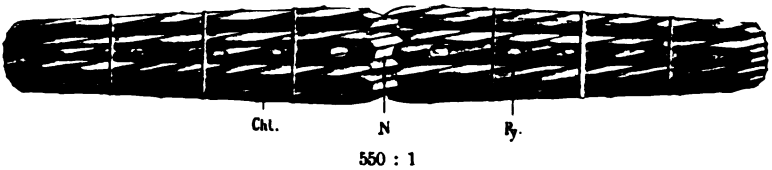


Fig. 4

1100 : 1

Fig. 3



550 : 1

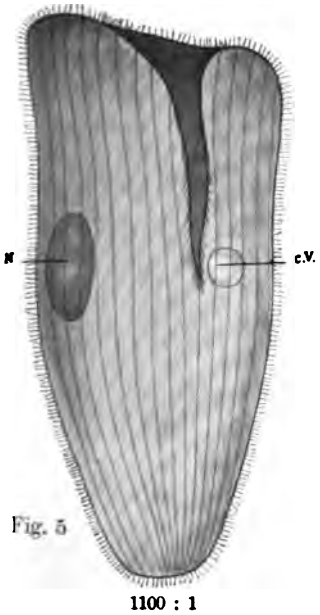


Fig. 5

1100 : 1

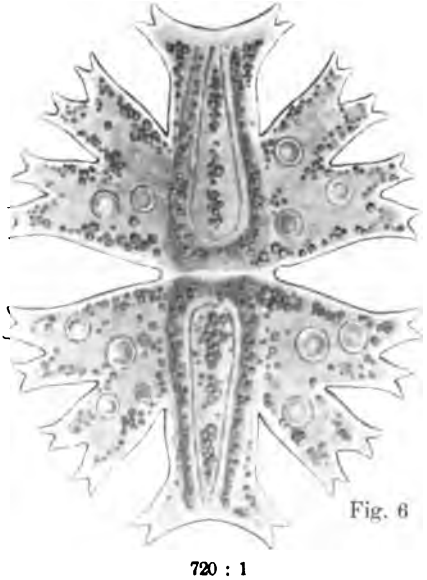


Fig. 6

720 : 1

Ausschnitt von Blatt Schwenningen
der Kgl. württ. Höhenschichtenkarte
1:25000 auf 1:50000 verkleinert.
Moor- und Torfflächen nach der gr. bad.
geol. Spezialkarte 1:25000.
SCHWENNINGEN
Hochemmingen
Dürrheim
Torfmoore
Humose u. anmoorige Flächen

C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Beilage

zu

JAHRESHEFTE DES VEREINS FÜR VATERLÄNDISCHE NATURKUNDE IN WÜRTTEMBERG,

65. Jahrg. 1909.

Mitteilungen

der

Geologischen Abteilung

des

K. Württembergischen Statistischen Landesamts,

herausgegeben von dem

K. Württ. Statistischen Landesamt.

No. 6. **Manfred Bräuhäuser:** Beiträge zur Stratigraphie des Cannstatter Diluviums. Mit 4 Profilen, 1 Tafel, 1 Situationsplan und einem Anhang: Über den altdiluvialen Torf des Stuttgarter Tales von J. Stoller und D. Geyer.

Stuttgart.
1909.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1— 2
I. Literaturverzeichnis	2— 6
Überblick über die stratigraphischen Angaben in der vorliegenden Literatur	7—27
Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturübersicht in stratigraphischer Beziehung	27—28
II. Profile aus neuerer Zeit im Grunde des Stuttgart-Cannstatter Tals	28—46
III. Überblick über die Gliederung des Cannstatter Diluvialprofils und die örtliche Verbreitung der einzelnen Bildungen	46—53
IV. Überblick über das Diluvium des Neckartals im allgemeinen und Einreihung des Cannstatter Profils in dessen Einteilung	53—68
V. Zusammenfassung der Ergebnisse	68—72

Anhang.

Spezielle Untersuchungen des Diluvialtorfs aus den Stuttgarter Anlagen	
1. Die Pflanzenreste, bearbeitet von J. Stoller	73—75
2. Die Schnecken, bearbeitet von D. Geyer	75—92

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Statistischen Landesamtes.
No. 6. 1909.

Beiträge zur Stratigraphie des Cannstatter Diluviums.

Von **Manfred Bräuhäuser.**

Die Diluvialbildungen des Cannstatter Tals haben durch zahlreiche Funde von Knochenresten großer diluvialer Säugetiere schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit weiter Kreise erregt. Hier wurde fossiles Material gesammelt und wurden geologische Beobachtungen gemacht und niedergeschrieben, lange bevor es eine geologische Wissenschaft gab.

Während über die meisten großen Probleme der Geologie erst seit Jahrzehnten Bearbeitungen vorliegen, greift die Literatur über Cannstatts Diluvium bis ins siebzehnte Jahrhundert (1694) zurück.

War nun in den ersten Arbeiten nur von den Fundstücken selbst die Rede, so wurde späterhin auch deren ursprüngliche Lagerungsweise angegeben und fast alle neueren Arbeiten bieten auch reichliche Mitteilung über die stratigraphischen Verhältnisse. Während aber früher nur gelegentlich eben solcher Ausgrabungen oder bei Bahnbauten, Tiefbohrungen nach Quellen, Wasserleitungsarbeiten etc. größere Diluvialaufschlüsse zu verschiedenen Zeiten geschaffen wurden, hat die neuere und neueste Zeit einen zugleich erfreulichen, zugleich bedauerlichen Umschwung gebracht: Die seit der Vereinigung von Cannstatt mit Stuttgart rasch sich verlängernden neuen Straßenzüge haben die interessantesten Stellen des Diluvialgebiets erreicht. Erfreulich ist, daß infolgedessen durch Baugruben für Keller, durch Wasser- und -Gasschächte und Kanalbauten systematisch Aufschluß um Aufschluß geschaffen wird; bedauerlich, daß alle die hierbei sichtbaren Profile nur für ganz kurze Zeit zugänglich bleiben, um dann für immer unter ausgebauten Stadtteilen zu verschwinden, wie das bei manchen Profilen schon seit einigen Jahren der Fall ist.

Daher verdient es Dank, daß all die früheren Aufschlüsse von damaligen Beobachtern (insbesondere zur Zeit der großen Bahnbauten und Bohrarbeiten) genau notiert und so erhalten wurden, denn erst aus deren Vergleichung mit dem später sichtbar Gewordenen entwickelt sich das Gesamtbild, das ein vollständiges werden wird, wenn auch die östlichen und nördlichen Teile in unserem Gebiete ganz erschlossen sind.

I. Überblick über die Literatur.

Die mit einem Kreuz versehenen Arbeiten geben geologische Kartenskizzen, die mit einem Stern versehenen Arbeiten geben Profilzeichnungen, die mit einem Viereck versehenen Arbeiten wichtige und ausführliche Angaben über Lagerungsverhältnisse der Diluvialmassen im Stuttgarter oder Cannstatter Tal. Außer dem speziell Cannstatt behandelnden Schriften sind die wichtigsten zur Vergleichung herangezogenen anderweitigen Bearbeitungen des außeralpinen süddeutschen Diluviums aufgezählt.

1694. Faber, Joh. Matth., Observationes de Spongite lapide.
Versteinerungen im Sauerwasserkalk von Cannstatt.

1694. Reiselius, Sal., Acad. Caes. Leop. nat. cur. decur. III. annus I. 1694. S. 196 ff.
Epistola de cornibus et ossibus fossilibus Canstadiensibus ad Davidem Spleissium Scaphusiae. Auch in Sattler's Beschreibung von Württemberg. I. S. 74.

1701. Spleiß, Dav., Oedipus osteolithicus seu Dissertatio historicophysica de cornibus et ossibus fossilibus Canstadiensibus. Scaphusiae 1701.

1715. Reiselius, Sal., Descriptio ossium fossilium Canstadiensium.

? Seyfried, Medulla mirabilium (Mammutknochen von Cannstatt).

1805. Cuvier, G., Sur les ossements fossils d'hyène.
Annales du musé d'histoire naturelle. VI. S. 32.

1806. Cuvier, G., Sur les éléphants vivants et fossiles. Ebenda. VIII. S. 43—47.

1806. Cuvier, G., Sur les rhinocéros fossiles. Ebenda. VII. S. 37.

1807. Cuvier, G., Sur les espèces des animaux carnassiers. VIII. S. 54.

1812. Memminger, Über Cannstatter Fossilien.
Stuttgarter Morgenblatt. No. 229.

1812. Memminger, Cannstatt und seine Umgebung.
(Nach Seyffer, Cuvier u. a.)

1816. Natter, Fossile Knochen bei Cannstatt.
Stuttgarter Morgenblatt. 1816. No. 279 f.

1818. Natter, Zu Cannstatt ausgegrabene fossile Tierreste.
Memminger's württembergisches Jahrbuch. I. 1818. S. 64—99.

1821. Jäger, G., Über einige fossile Knochen, welche im Jahre 1820 zu Cannstatt gefunden worden sind.
Memminger's württembergische Jahrbücher. III. u. IV. 1821. S. 147—171

1821. Jäger, G., Vorkommen fossiler Knochen in der Gegend von Stuttgart und Cannstatt.

Leonhard's Taschenbuch für die gesamte Mineralogie. 1821. S. 181—195. Gilbert's Annalen der Physik. 58. S. 121.

1823. Jäger, G., Fossile Knochen vom Kahlenstein (heutiger Rosenstein). Schwäbische Chronik. 1823. 22. April.

1832. Hehl, „Gebirgsarten und Versteinerungen" in Memminger's Beschreibung des Oberamts Cannstatt.

1833. † Duttenhofer, Neckarkarte von Cannstatt bis Böttingen (Landesgrenze), Maßstab 1 : 50000.

1833. □ Plieninger, Über Bohrungen in Cannstatt.
Korrespondenzblatt d. landwirtschaftl. Ver. 1833. II. S. 158 ff.; 1834. II. S. 37 ff.; Württembergische Jahrbücher. 1834. S. 181 ff.; Leonhard's Jahrbuch für die gesamte Mineralogie. 1837. S. 246 ff.; Poggendorf's Annalen. 1837. Bd. 40. S. 491 ff.

1836. Hehl, Berg, des Kgl. Finanzkammerorts Vereinigung mit der Stadtgemeinde Stuttgart.

1842. Fromherz, C., Geognostische Beobachtungen über die Diluvialgebilde des Schwarzwaldes oder über die Geröllablagerungen in diesem Gebirge, welche den jüngsten vorgeschichtlichen Zeiträumen angehören.
Freiburg. 1842.

1843. †* Walchner, Darstellung der geologischen Verhältnisse der am Nordrand des Schwarzwalds hervortretenden Mineralquellen.
Mannheim. 1843. S. 22—27.
Mit einer Karte und Querprofil Kriegsberg, Bopser und Kalktufflager im Stuttgarter Tal und einer Profilskizze der Lagerung der Cannstatter Diluvialmassen.

1845. †□ v. Seyffer, Beschreibung des Diluviums im Tale von Stuttgart und Cannstatt. Mit einer geognostischen Karte und 2 Profilen.
Vorgetragen bei der dritten Zusammenkunft des Vereins zu wissenschaftlichen Vorträgen im Februar 1845.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. I. S. 183—208.

1845. v. Seyffer, Über die Benutzung der aus den natürlichen warmen Mineralquellen ausströmenden Wärme zur Erwärmung von Frühbeeten, Gewächshäusern und andern verschlossenen Räumen.
(Die Versuche sind mit Cannstatter Quellwasser gemacht.)
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. I. S. 209—212.

1845. Sigwart, Über die Beschaffenheit und die konstante Verschiedenheit der Cannstatter und Berger Sauerwasser.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. I. 1845. S. 150—152.

1846. Krauß, Der Sauerwasserkalk von Cannstatt und die darin gefundenen Vogelreste.
Amtlicher Bericht über die 23. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Nürnberg. 1845. Nürnberg. 1846. S. 139 ff.

1846. □ Rampold, Einiges über den See, der einst das Neckartal bei Cannstatt bedeckte und über das Verhalten der Cannstatter Mineralquellen zueinander.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. II. (1847 herausgegeben.) S. 188—195.

1847. **Klein,** Conchylien der Süßwasserkalkformationen Württembergs.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. II. (1847 herausgegeben.) S. 60—116.

1849. **Breithaupt,** Die Paragenesis der Mineralien.
(Angebliche Dolomitbildung in den Schottermassen des Cannstatter Beckens und in der Nagelfluhe des Sulzerrains.) Freiberg. 1842.

1851. **Furch, F. R.,** Analyse der Mineralquelle oberhalb Beinstein im Oberamt Waiblingen.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. VII. S. 181—188.

1851. **Jäger, G.,** Über die Fundorte fossiler Überreste von Säugetieren, insbesondere in Stuttgart und seiner Umgebung.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. VII. S. 169—180.

1855. **Deffner, C.,** Über die Hebungsverhältnisse der mittleren Neckargegend. (Mit Tafeln.)
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. XI. S. 20—23.

1857. **v. Fehling,** Chemische Untersuchung einiger Quellen des Neuen Stuttgarter Mineralbades bei Berg.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. XIII. S. 113—130.

1857. **O. Fraas,** Geognostisches Profil einiger Bohrlöcher im Stuttgart-Cannstatter Tale.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. XIII. S. 131—140.

1859. **Veiel,** Fossile Vogelreste im Cannstatter Sauerwasserkalk.
Bericht über die 34. Versammlung deutscher Naturforscher in Karlsruhe. S. 60 ff.

1861. ☐ **Fraas, O.,** Die Mammutausgrabungen zu Cannstatt im Jahr 1700.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. XVIII. 1861. S. 112—124.

1863. **Deffner,** „Über den vermeintlichen früheren See des Neckartales bei Cannstatt."
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. XIX. S. 60—64.

1865. † **Bach, H.,** Geognostisches Atlasblatt Waiblingen (Maßstab 1 : 50000) mit Begleitworten.

1865. †☐ **Fraas, O.,** Geognostisches Atlasblatt Stuttgart (Maßstab 1 : 50000) mit Begleitworten.

1865. † **Paulus** und **Bach,** Geognostisches Atlasblatt Besigheim (Maßstab 1 : 50000) mit Begleitworten.

1870—1875. **Sandberger, Fr.,** Die Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt. Wiesbaden. 1870—1875.

1885. ☐ **Fraas, O.,** Geognostische Profilierung der württembergischen Eisenbahnlinien.
III. Lieferung. Erschienen beim Kgl. Württ. Stat. Landesamt.

1887. ☐ **Fraas, O.,** Der Seelberg bei Cannstatt.
Bericht der 20. Versammlung des Oberrheinischen Geologenvereins. S. 14 ff.

1894/95. **Branco, W.,** Schwabens 125 Vulkanembryonen.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. L u. LI. (Diluvium der Täler. Bd. L v. 1894. S. 594—604. Cannstatt besprochen. S. 598).

1895. □ **Fraas, E.,** „Geognostische Verhältnisse in der Beschreibung des Oberamts Cannstatt."
Herausgegeben vom Kgl. Statist. Landesamt.

1895. †*□ **Fraas, E.,** Atlasblatt Stuttgart. II. Auflage. Mit Begleitworten.

1895. *□ **Fraas, E.,** Über pleistocäne Bildungen im schwäbischen Unterlande mit besonderer Berücksichtigung von Cannstatt.
Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Jahrgang 48.

1897. **Haag, F.,** Zur Geologie von Rottweils Umgebung.
Programm des Kgl. Gymnasiums in Rottweil. 1897.

1898. **Sauer, A.,** Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden im Maßstab 1 : 25000.
Blatt Neckargemünd mit Begleitworten.

1899. **Koken, E.,** Glazialerscheinungen im Schönbuch nördlich Tübingen.
Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Bd. II. S. 120—122.

1900. **Koken, E.,** Löß und Lehm in Schwaben.
Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Bd. II. S. 154—176 und Tafel VI, VII.

1901. **Koken, E.,** Beiträge zur Kenntnis des schwäbischen Diluviums.
Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Beil.-Bd. XIV. S. 120—170 mit Tafel II—V.

1901. **Koken, E.,** Die Glazialerscheinungen im Schönbuch.
Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

1901. **Sauer, A.,** Die klimatischen Verhältnisse während der Eiszeit mit Rücksicht auf die Lößbildung.
Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde. Bd. LVII. S. CVI—CX. Vorgetragen in Stuttgart am 9. Mai 1901.

1901. **Stoller, J.,** Die alten Flußschotter im oberen Neckargebiete. Strecke Horb—Altenburg.
Neues Jahrbuch für Geologie, Mineralogie und Paläontologie.

1901. **Wüst, E.** Untersuchungen über das Pliocän und älteste Pleistocän Thüringens usw. Abhandlungen der Naturf.-Gesellschaft zu Halle. Bd. XXIII.

1902. **Fraas, E.,** Das Cannstatter Mineralwasserbecken und seine geologischen Verhältnisse.
Veröffentlichungen der Hufelandschen Gesellschaft in Berlin. 23. öffentliche Verhandlung der balneologischen Gesellschaft. 1902. Auch Deutsche Medizinalzeitung. 1902.

1903. † **Fraas, E.,** Geognostisches Atlasblatt Besigheim. II. Auflage. Maßstab 1 : 50000 mit Begleitworten.

1903. □ **Regelmann, Ch.,** Gebilde der Eiszeit in Südwestdeutschland.
Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. Herausgegeben von dem Kgl. Württ. Statist. Landesamt.

1904. **Bräuhäuser, M.,** Die Diluvialbildungen der Kirchheimer Gegend.
Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Beil.-Bd. XIX. S. 85—151.

1904. Meigen, W., Über die angebliche Bildung von Dolomit im Neckar bei Cannstatt.

Bericht über die 37. Versammlung des Oberrheinischen Geologenvereins zu Offenbach a. M. S. 26 ff.

1904. „Das Königreich Württemberg." I. Bd. Neckarkreis.

Herausgegeben von dem Kgl. Württ. Statist. Landesamt.

1905. Koken, E., Führer durch die Sammlungen des geologisch-mineralogischen Instituts in Tübingen.

1906. *□ **Fraas, E.,** Die natürlichen Verhältnisse von Stuttgart, geologischer Teil, im

„Führer durch die Haupt- und Residenzstadt Stuttgart" für die Teilnehmer an der 78. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte. Herausgegeben von der Geschäftsführung.

1906. W. v. Reichenau, Beiträge zur näheren Kenntnis der Carnivoren aus den Sanden von Mauer und Mosbach.

Abhandlungen der Großherzoglich Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt.

1907. □ **Fraas, E.,** Geognostischer Atlas, Blatt Waiblingen (Maßstab 1:50000) Begleitworten.

1907 M. Schmidt, Über Glazialbildungen auf Blatt Freudenstadt.

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des Kgl. Württ. Statistischen Landesamts No. 1.

1907. Wahnschaffe, F., Bericht über gemeinsame Begehungen der diluvialen Ablagerungen im außeralpinen Rheingebiete im April 1907.

Jahrbuch der Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt. 1907. Bd. XXVIII. Heft 3.

1908. Weiger, K., Beiträge zur Kenntnis der Spaltenausfüllungen im Weißen Jura auf der Tübinger, Uracher und Kirchheimer Alb.

Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahrgang 1908. S. 187—248.

Für stratigraphische Fragen kommen hiervon besonders in Betracht die Arbeiten von

Duttenhofer	im Jahre	1833
Walchner	„ „	1843
v. Seyffer	„ „	1845
Rampold	„ „	1846
O. Fraas (Bohrprofile)	„ „	1857
Deffner (kontra Rampold 1846)	„ „	1863
O. Fraas (Blatt Stuttgart)	„ „	1865
„ „ (Geogn. Profilierung)	„ „	1885
„ „ (Seelberg bei Cannstatt)	„ „	1887
E. Fraas (Blatt Stuttgart). II. Auflage	„	1895
„ „ (Pleistozäne Bildungen)	„ „	1896
„ „ („Geolog. Verhältnisse" im Führer durch Stuttgart)	„ „	1906.

So bleibt von der großen, über Cannstatt vorhandenen Literatur wenigstens eine Kette besonders belangreicher Arbeiten übrig, die sich allerdings noch über einen Zeitraum von mehr als 70 Jahren erstreckt. Es seien aus jeder von diesen Arbeiten die wichtigsten stratigraphischen Angaben herausgegriffen, besonders die Profile.

Die Duttenhofersche Karte vom Jahre 1833 gibt in zwei verschiedenen Farben das „Diluvium" (ungefähr entsprechend dem ebenen Talboden, im Stuttgarter Tal etwas Gehängeschutt mit eingeschlossen) und, besonders ausgeschieden: „Jüngerer Süßwasserkalk". Zu beachten ist hierbei

1. daß dieser auch nordwestlich Münster bis zur großen Neckarkehre (etwaige Lage der heutigen Steinbrüche am linken Ufer) eingetragen ist, wo gegenwärtig Aufschlüsse ganz fehlen. Aber auch v. Seyffer bestätigt durch seine Beobachtungen Duttenhofer's Darstellung. Gegenwärtig ist dort nur mächtiger, von Süden her verschwemmter Löß und Lößlehm zu sehen;

2. daß der „Kalktuff" von Berg durch die ganzen Anlagen herauf eingetragen ist mit einer Ausbuchtung nach Osten im Stöckach. (Vergl. hierzu die von v. Seyffer in seiner Arbeit gemachten Angaben!) Ferner, daß der Sauerwasserkalk westlich des Orangeriegebäudes durchzieht (beobachtet in den Jahren 1818, 1833, 1835, 1907 und 1908. Zuletzt durch die Probegruben, die anläßlich des bevorstehenden Umbaus des Stuttgarter Hauptbahnhofs dort geschlagen wurden.);

3. daß unter Alt-Stuttgart nordwestlich der Königstraße Sauerwasserkalk steht. Bestätigt durch Walchner 1843, l. c. S. 35, v. Seyffer 1845, O. Fraas 1865, E. Fraas 1895. Neuerdings wieder sichtbar beim Neubau des Hauses Kronprinzstraße 20 A im Jahre 1906 und beim Neubau der Abgeordnetenkammer Ecke Calwerstraße und Lindenstraße (1908).

Walchners Arbeit (1843) bekräftigt zunächst in eingehender Weise Duttenhofers Angaben und erwähnt, ebenso wie später v. Seyffer (l. c. S. 188), daß bis zur heutigen Friedrich-Eugens-Realschule Sauerwasserkalk ansteigt. Er gibt, allerdings unter Vorbehalt, folgendes Profil von einem Bohrloch in Frösners Bad in Cannstatt am rechten Neckarufer:

Alluvium 6′	Ackererde (Unter dieser lag ein römischer Wasserbehälter [Amphora?] von beinahe 4′ Tiefe.)
Diluvium 127′ = 36 m	Kalktuff Roter Lehm Flußgerölle und Flußsand Kalktuff Blauer Ton bis auf 133′!
Anstehendes älteres Gebirge	Harter Kalkschiefer

Daß Walchner hier seinen Angaben selbst nicht zuversichtlich gegenübersteht, erklärt sich wohl aus seinen Zweifeln über die Möglichkeit einer solchen Tiefe der Diluvialmassen. Aber diese, ebenso wie der zweimalige Wechsel von Sauerwasserkalk über tonigen Massen, wird bei v. Seyffer bestätigt, ebenso durch die Bohrungen bei der Wilhelma.

Bei der Bohrarbeit im Kellerschen Anwesen auf dem rechten Neckarufer wurden durchsunken:

		Fuß	Zoll
Diluvium	Ackererde	4	—
	Kalktuff	9	8
	Letten	1	5
	Gerölle	10	7
	Ein Baumstamm in schiefer Lage . .	7	8
	Kalktuff	2	2
	Letten	13	—
	Mergelschiefer . .	10	—
	Fester Mergel . .	4	5
	Dichter Kalk-(Tuff)	4	—
			Erstes Erscheinen von Wasser
	Kalk-u. Mergel-(Tuff)	9	6
	Kalk im Wechsel mit Mergelschiefern .	13	7
	Festerer Mergel . .	17	8
			mit wachsendem Wasserzufluß
	Letten	3	8
	Mergel	4	2
	Gerölle	1	8
	Kalktuff	1	4
	Fester Kalkstein .	1	8
	Lockerer Mergel .	6	—

Interessant und wichtig sind besonders folgende Stellen (l. c. S. 39 ff.):

„Im Becken von Cannstatt sehen wir also eine ältere Diluvialbildung, bestehend aus den gewöhnlichen Ablagerungen der Flußtäler teils abwechselnd

gelagert mit Kalktuff, teils entschieden unter demselben. Andererseits sehen wir daselbst Neckargerölle durch Kalktuff verkittet, z. B. im Neckarbett am Rosenstein, am Fuß des Sulzerrains und zwar hoch über den einzelnen Tufflagen; welche bei den Bohrarbeiten im Wechsel mit Geröllen, Sand- und Tonmassen durchsunken worden sind. Und später fährt er fort: Im Cannstatter Becken fehlt dagegen im Neckarbett . . . der Kalktuff gänzlich und im Überschwemmungsgebiete des Neckars findet man ihn . . . nur in einzelnen Lagen in der Tiefe beträchtlich unter dem Niveau des Neckars und hier im Wechsel mit alten Flußbildungen. Am Rande des Beckens aber, am Fluß und an den Abhängen der Berge, welche dasselbe begrenzen, ist er in zusammenhängenden, weit fortsetzenden Massen abgelagert, die in regelmäßige Schichten abgeteilt sind und stellenweise eine Mächtigkeit von 40′—60′ haben."

Diese, nachher von v. Seyffer mehrfach bestätigten Angaben Walchner's, welche Beobachtungen festhalten, die in den letzten 60 Jahren nicht mehr zu machen waren, sind für die Deutung des Mitte Cannstatter Beckens als eines in diluvialer Zeit eingesunkenen Einbruchfeldes von Wert. Vergl. hierzu S. 13. 16. 20.

Dann spricht Walchner, ganz im Sinne anderer Autoren seiner Zeit (Fromherz, Rampold), die Vermutung aus, daß Cannstatts Tal früher einen See gebildet habe, „gestaut durch einen Felsendamm bei Münster", fast genau dasselbe, was Rampold unter Beiziehung von ihm aufgefundener Terrassenschotter bis Plochingen hinauf annahm. Erst Deffner hat hier (1863) Klarheit geschaffen.

Von Wichtigkeit ist ferner folgender Satz:

„Die zerrissenen Tuffschichten am Sulzerrain, die nach verschiedenen Richtungen eingestürzten bei Münster geben einen deutlichen Beweis von späteren, nach dem Tuffabsatz erfolgten Veränderungen der ursprünglichen Schichtenlage an den genannten Punkten."

Also hat dieser Autor schon im Jahre 1843 klar erkannt, daß wir hier diluviale Verwerfungen haben.

Daß er fortfährt: „Dabei kann auch der Rand des Beckens eingerissen, die jetzt bestehende Talspalte durch den Muschelkalk hindurch entstanden sein, infolgedessen die Wasser abflossen", ist fast wörtlich die Ausdrucksweise von Fromherz in seiner ein Jahr vor Walchners Arbeit erschienenen Abhandlung über angebliche diluviale Stauseen im Schwarzwald, die durch Aufreißen von „Talspalten" sich entleert und deren Wasser als „Diluvialfluten" gerölleabsetzend durchgebrochen sein sollen. Man darf hier wohl an Beeinflussung Walchners durch Fromherz denken.

Nach einem reichen Fossilverzeichnis folgen nochmals stratigraphische Notizen (l. c. S. 58 ff.), von denen erwähnt seien:

„Bei der Reiterkaserne in Stuttgart liegt Kalktuff auf Keupermergel und an diesen ist eine bräunlich-rote lehmartige Mergelmasse angelagert, in welche *Succinea oblonga, Helix hispida* und *Pupa muscorum* eingeschlossen sind.“

Diese Aufschlüsse sind durch die jetzt beim Bahnhofumbau stattfindenden hohen Auffüllungen ganz unzugänglich gemacht.

Der Löß wird sodann beschrieben und mit Rheintallöß verglichen, wahrscheinlich unter dem Einfluß des bekannten Naturforschers Alexander Braun, der im Jahre vorher (1842) auf der Naturforscherversammlung in Mainz über den Löß des Mittelrheingebiets gesprochen und auf dessen Landschneckenfauna hingewiesen hatte. (S. Vortrag von A. Sauer, Jahrbuch des Vereins für vaterländische Naturkunde. Jahrgang LVII. 1901. S. CVII.) Zuletzt sei auf Walchners Karte verwiesen, welche seiner Arbeit beigeheftet ist, sowie auf das von ihm zu den Alluvialbildungen gerechnete Profil, das er am untern Rosenstein fand und l. c. S. 64—65 genau schildert. Ebenso ist die über Diluvialtuff lagernde Torfschicht, von der er l. c. S. 65—66 spricht, beachtenswert.

v. Seyffer, Beschreibung des Diluviums im Tale von Stuttgart und Cannstatt ist zwar im Jahre 1845 geschrieben, aber sie beruht auf einer solchen Menge guter und sorgfältiger Beobachtungen, daß sie für ihre Zeit als erschöpfende Bearbeitung gelten kann. Sie ist aber auch modern zu nennen, denn von ganz wenigen Stellen sowie von den Schlußbemerkungen abgesehen, ist keine Ansicht darin ausgesprochen, die als unhaltbar aufgegeben werden müßte. Die späteren Beobachtungen fügen sich alle bestens in die von v. Seyffer geschaffene und ausgesprochene Gliederung des Diluviums ein und nur bezüglich seiner Auffassung des älteren Gebirges muß gesagt werden, daß er die große tektonische Störung unseres Tals, die verlängerte Schurwaldspalte noch nicht kannte — und nicht kennen konnte.

Er gliedert Cannstatts Diluvium in 4 Hauptabteilungen:

1. „**Sauerwasserkalk.**“
2. „**Conglomerat von Neckargeschieben.**“
3. „Gemenge von Keupermergel- und Sandsteinstöcken von allen Nuancen, hie und da mit beigemengtem Sand und Lehm,“ = sogen. „**Stuttgarter Diluvium.**“
4. In die **Diluviallehm- und Lettenstöcke**, letztere meist mit Torf, worunter er die Bildungen des **Mammutlehms**, außerdem aber Löß und Lößlehm meint.

Nun folgt eine sorgfältige Aufzählung derjenigen Punkte, an denen im Stuttgarter Tal Sauerwasserkalk gefunden wurde. Zunächst wird der höchste Punkt (Haus Lindenstr. No. 21, 137′ über dem Cannstatter Neckarspiegel) festgestellt, dann einige niedrige Punkte in der Calwerstraße erwähnt. Daß der Sauerwasserkalk in der Königstraße fehlt, hat sich damals durch fortlaufende Beobachtungen erwiesen, die den Zeitraum 1806—1845 umfassen.

Hiermit stimmen die neuesten Beobachtungen wieder völlig überein, die bei den großen Neubauten der letzten Jahre 1904—08 und bei Einlegung des tiefen Kanals im oberen Teil (Poststraße—Neue Brücke) im Winter 1905/06 zu machen waren.

Unter dem Marstall fand man „bis auf 40′ nichts als einen lettichten, mit Sand und Torf vermischten Grund".

„Außerhalb des Königstores im inneren Schloßgarten wurde im Jahre 1806 ein Graben vom Königstor an bis an die Galgensteige angelegt und in demselben vom Orangeriehaus an bis halbwegs der Galgensteige ein sehr mächtiges Lager von meist sehr hartem Sauerwasserkalk aufgedeckt, der bis auf die Sohle des Grabens herausgeschossen werden mußte, wobei man eine sehr bedeutende Süßwasserquelle aus dem Sauerwasserkalk hervorsprudelnd entdeckte und in den Höhlungen des Sauerwasserkalks häufig sehr schöne Drusen von sintrigem Arragonit gefunden hat. Links von diesem Graben bei der Fundation des Orangeriehauses im Jahre 1818 fand man auf dem ganzen Bauplatz ein Sauerwasserkalklager von meist ganz porösen Platten, abwechselnd mit ockergelbem Tuffsand mit vielen Schnecken, das an einer Ecke, weil es sehr lose war, zur Sicherheit der Fundamente durchgraben werden mußte, worauf man bei 10′ Tiefe auf eine mit Torf und Flußsand vermengte 2′ mächtige Lettenbank stieß, unter welcher ein sehr fester, graulich schwarzer Keupermergel lag. Im Jahre 1835 wurde hinter dem Orangeriehaus ein Pumpbrunnen gegraben, wobei man einige dünne, ganz poröse Schichten Sauerwasserkalk und dann Tuffsand bis auf 18′ Tiefe durchgraben mußte, unter der sich eine Lettenbank mit ganz feinem Sand gemengt, an 7′ mächtig und unter dieser Keupermergel mit reinem süßem Wasser zeigte. Bei der Anlage des Schillerfeldes und neuerdings bei den Abgrabungen für die Reiterkaserne wurde ein bedeutendes Sauerwasserkalklager aufgedeckt. Von hier an fehlt dasselbe ganz an den Mühlbergen hinunter bis zu dem Sauerbrunnen im äußeren Schloßgarten, indem derselbe weder bei der Fundation der Kgl. Meierei noch beim Graben vom Pumpbrunnen gefunden wurde."

Über die weitere Verbreitung des Sauerwasserkalks links vom Neckar macht v. Seyffer folgende Angaben:

„Am Fuß des Rosensteins, in der Ebene vom Garten von Bellevue an, treten sogar bedeutende Bänke von Sauerwasserkalk bis in den Neckar hinein hervor und in dieser ganzen Ebene zwischen dem Neckar und der Wilhelma und unter der ganzen Vorstadt von Cannstatt zieht sich derselbe bis auf die sogen. Halden hinter dieser Vorstadt und nimmt von da die ganze Anhöhe bis Münster, das auf demselben erbaut ist, und unterhalb dieses Ortes bis in die Nähe des Freiberges ein."

Damit wird Duttenhofers Darstellung vom Jahr 1833 bestätigt. In den letzten Jahren fehlten dort alle Aufschlüsse. Die folgenden Abschnitte legen die Verbreitung des Kalktuffs auf dem rechten Ufer fest und dann beginnt die Beschreibung der diluvialen Nagelfluhe. Als deren Verbreitungsgebiet wird zunächst angegeben: „Sie tritt auf der linken Seite des Neckars zuerst hinter Berg, am Weg von da nach Gablenberg hervor und erstreckt sich von da bis an die Kirche von Berg.“ Dies hat sich damals nur vermuten lassen, ist aber jetzt durch neue Aufschlüsse als richtig bewiesen.

„Von hier an fehlt es wieder ganz bis an die Ecke vom Rosenstein, von da zieht es sich auf der ganzen Höhe des Rosensteins an der vordern Kante, am Abhang gegen die Neckarseite hinter der Wilhelma herum bis zu dem Taleinschnitt, in welchem die Staatsstraße von Cannstatt nach Ludwigsburg führt. Auf dieser Anhöhe zeigte sich das Konglomerat in sehr bedeutenden Massen unmittelbar auf dem Keupermergel aufliegend und füllte die Mulden desselben aus, so daß es sich an einigen Stellen 40 Fuß (11,4 m) mächtig zeigte, je nachdem nämlich die Mulden, die der Mergel auf seiner Oberfläche bildete, mehr oder weniger tief waren. An einigen Stellen, besonders hinter der Wilhelma, zeigten sich diese Mulden nicht wellenförmig, wie gewöhnlich, sondern ganz trichterförmig und waren teils mit dem Konglomerat, teils mit Mergel von ganz anderer Farbe so ausgefüllt, als wenn man den Mergel schichtenweise in die Trichter eingegossen hätte.“

Vergleiche hierzu die in Endersbach 1904 aufgenommenen Profile mit ihren eigenartigen Strudeltrichtern!

Am tiefsten liegt das Konglomerat im Neckarbett. Am Rosenstein zeigten sich in diesem Konglomerat öfters bedeutende Ablösungen, so daß manche bedeutende Massen wie zusammengestürzt dalagen und Klüfte bildeten, die teils hohl waren, teils einen ganz feinen staubigen Braunsteinmulm enthielten, gerade wie der Sauerwasserkalk in den Sandäckern zwischen Stuttgart und Berg, teils waren einige mit Neckarsand angefüllt, der ganz zusammengebacken war und so einen . . . . Diluvialsandstein bildete. Wo dieses Konglomerat unmittelbar auf dem Keupermergel aufliegt, wie namentlich auf dem Rosenstein, sind die untersten Geschiebe immer die größten.“

Vergleiche hiezu die Profile von Endersbach S. 63. 64.

„In der Ebene am Fuß des Rosensteins von dem Garten von Bellevue an, die vom Neckar, der Wilhelma und der Vorstadt von Cannstatt begrenzt wird, wurde dieses Konglomerat abwechselnd mit Sauerwasserkalk, aber meist unter diesem liegend, in meistens ununterbrochen horizontalliegenden Bänken aufgedeckt, besonders bei dem Ausgraben eines Brunnens im Garten von Bellevue und eines Kanals, welcher diese Ebene hinter dem Theater durchschneidet und unter der Hallstraße durchgeht und sich unterhalb dem Wehr in den Neckar mündet.“

„Zu diesem Diluvialgebilde glaube ich noch eine unterirdische Bank von ganz losen Neckargeschieben rechnen zu müssen, die man in der Ebene zwischen dem Garten von Bellevue, dem Theater und der Wilhelma unter dem Sauer-

wasserkalk und Konglomerat und unter einer unter diesen beiden Gebilden liegenden torfartigen Lettenbank aufgedeckt hat. Bei der Fundation des Theaters fand man nämlich ein Lager von Sauerwasserkalk in einer Tiefe von zehn Fuß, senkrecht durch Kunst ausgebrochen und diesen Raum mit Bauschutt, römischen Dachziegeln, römischem Geschirr, Kohlen, einigen römischen Münzen und Nägeln nebst einem schönen Relief in Sandstein ausgefüllt und unter diesem Schutt eine weiche torfartige Lettenbank, die ich durchbohren ließ, unter der man in einer Tiefe von 18′ wie das gegenwärtige Neckarbett auf eine 4′ mächtige, ganz lose Bank von Neckargeschieben kam. Ferner fand man in den drei Bohrlöchern zwischen dem Theater und der Wilhelma in dem gleichen Niveau wie am Theater die gleiche Bank unter einer Lettenschichte, nur daß in einem der Bohrlöcher kein Sauerwasserkalk, in einem dieser und in dem dritten das Konglomerat durchbohrt wurde. Noch sonderbarer ist der Umstand, daß man in einem dieser Bohrlöcher, die alle gleich hoch über dem Neckar liegen, unter dieser Kiesbank eine dichte Lettenschicht von 14′ Mächtigkeit durchbohrte, dann feinen Sand, dann eine harte weißlichgraue Mergelschicht von 3′ und unter dieser eine Bank von losen Neckargeschieben in einer Tiefe von 68′, mithin, da die Oberfläche des Bohrlochs 18′ über dem gegenwärtigen Neckarbett liegt, 50′ (= 14,3 m) tiefer als dieses Bett.

In diesen vier Bänken von Geschieben sind die Geschiebe an ihrer Oberfläche nicht durch Eisenoxyd, wie beim Konglomerat, gefärbt, sondern blaulich grau, wie die über denselben liegende Lette, was zu beweisen scheint, daß diese Bänke von Neckargeschieben von dem Sauerwasser nicht mehr erreicht worden sind und somit auch nicht zu einem Konglomerat zusammenwachsen konnten. Es scheint aber auch ein Beweis zu sein von den gewaltigen Katastrophen, welche dieses Talbecken erlitten haben mag.“

Tatsächlich scheint hier abermals eine Bestätigung vorzuliegen für die Annahme, daß die Gegend der heutigen Wilhelma ein diluviales Einbruchsfeld darstellt. Nicht nur, daß hier in mehreren Bohrungen das sonst höher liegende Cannstatter Diluvialprofil in der Tiefe wiedergefunden wurde, ist auffällig; noch sonderbarer ist es, daß zugleich das Cannstatter Becken, das vordiluviale Tal, übertieft erscheint gegenüber seinem Ausfluß über die Schwelle des Muschelkalks bei Münster. Zu dieser Schlußfolgerung führen auch die Angaben von O. Fraas (Bohrprofile), die Beobachtungen von E. Fraas (sichtbare und im Querprofil festgehaltene nachdiluviale Verwerfung südlich von der Katzensteige im Bahneinschnitt), die Berechnungen von Fehling und O. Fraas über die unterirdische Zerstörung der Schichten durch das kohlensäurereiche Wasser und nicht zuletzt die mehrfachen Berichte über Senkungserscheinungen im Gebiet der Stadt Cannstatt im Lauf der letzten Jahrhunderte.

Nach den oben angeführten Stellen geht v. Seyffer über zur Schilderung des von ihm so benannten „Diluvialgemenges“ oder „Stuttgarter Diluviums“:

„Eine dritte Diluvialabteilung, die sich ebenfalls ganz eigentümlich zeigt und an einigen Stellen in bedeutenden Massen hervortritt, befindet sich im hiesigen Tale bis auf die Anhöhen von Berg und Gablenberg und auf der diesseitigen Seite des Rosensteins, fehlt aber im Neckartal ganz. Es ist ein Gemenge von allen Nuancen von Sandsteinen, vom grobkörnigen bis zum feinkörnigsten quarzartigen, von allen den Sandsteinen, die auf den Anhöhen bei und hinter Stuttgart anstehen und in Stücken von ½ Lot bis zu mehreren Zentnern schwer bestehen, die an den Kanten etwas abgerieben sind. An einigen Stellen ist dieses Gemenge vermittels eines weißen sinterartigen Kalkes zu einer Breccie so fest zusammengewachsen, daß man dasselbe nur mit starken Pickeln und Brecheisen durchbrechen kann, wie namentlich am Rosenstein auf der Seite Stuttgart zu, wo der Eisenbahntunnel eingetrieben ist, welche Breccie auch beim Graben einiger Brunnen rechts in der Stadt Stuttgart und ihrer Umgebung gefunden wurde. Dieses Gemenge liegt unmittelbar auf dem Keuper auf und hat zu seinem Dach meistens Diluviallehm und Lettenstöcke. Im Stuttgarter Tal wurde dasselbe bei Fundierung einiger Häuser in der Gerber- und Tübinger Vorstadt (= Gegend zwischen Torstraße, Tübingerstraße, Hauptstätterstraße bis etwa zur heutigen Römerstraße) aufgedeckt, man fand es auch beim Graben mancher Brunnen, bei der Fundation des Wilhelmspalastes, des Archivs, des Marstalles und bei einigen Gebäuden in der Königs-, Kronen- und Friedrichstraße, aber hier nie zu einer Breccie zusammengewachsen. Es scheint unter dem größeren Teil der Stadt, besonders der inneren verbreitet zu sein und links an den Sauerwasserkalk, rechts aber an den Keupermergel anzulehnen. An dem Weg hinter dem Pulverturme, der nach Gablenberg und Gaisburg führt, kommt dieses Gemenge an das Conglomerat sich anlehnend vor. Links vom Tal in den sogen. Worfmershalden wurde dasselbe ganz neuerdings durch den Eisenbahneinschnitt in mächtigen, meistens zu einer Breccie zusammengewachsenen Lagern, wie am Rosenstein aufgedeckt und scheint sich von da unter der Galgensteige gegen die Mühlberge herüberzuziehen. Am Ende der Mühlberge, wo seine Decke Diluviallehm ist, breitet es sich links gegen die Störzbachäcker aus und erstreckt sich ununterbrochen bis zum Landhaus auf dem Rosenstein, das auf demselben fundiert ist und vom Eingang in den stark links an der diesseitigen Abdachung bis weit über das Offizengebäude hinaus, auf welcher Seite dasselbe auf dem Keupermergel auslauft; gegen das Landhaus hin aber ging dasselbe in einen stark eisenschüssigen Lehm mit vielem Sand vermischt über, der auf dem Konglomerat auslief und die Fundgrube bedeutend großer Mammutsknochen und Zähne war. Gegenwärtig ist dieses Diluvialgemenge durch den Bau des Rosensteintunnels bedeutend aufgedeckt.

Hieraus ist zu schließen, daß die in den nächsten Jahren dort stattfindenden Grabarbeiten für die viergeleisige Bahnlinie Stuttgart—Cannstatt schöne Aufschlüsse dieses „Stuttgarter Diluviums" liefern werden. Das diluviale Alter der vorgenannten Schuttbildungen wird noch besonders dadurch begründet, daß:

1. In demselben zu Stuttgart in der Tübinger Vorstadt und in der Kronenstraße sowie auf dem Rosenstein Mammutsknochen und Zähne gefunden wurden, namentlich neuerdings wieder in dem Rosensteintunnel ein Mahlzahn. (Vergl. hierzu auch die in neuerer Zeit immer wiederholten Mammutfunde, z. B. in der Poststraße in Stuttgart.)

2. Daß dieses Gemenge häufig unter dem Diluviallehm liegt, in welchem ich, wie z. B. am Ende der Mühlberge Mammutsknochen und Zähne, auch eine Menge der im Diluvium vorkommenden Schnecken fand."

Von Wichtigkeit ist hier, daß sich klar erkennen läßt, daß das „Stuttgarter Diluvium" ungefähr gleich alt ist mit dem im Cannstatter Profil zwischen Konglomerat und Sauerwasserkalk sich einschiebenden „Mammutlehm". Denn:

1. Lieferten beide Bildungen gleichermaßen diluviale Knochenreste. Derartige Funde wurden seitdem bis zur letzten Zeit fortgesetzt (1908) mehrfach gemacht.
2. Das „Stuttgarter Diluvium" geht in eisenschüssigen Lehm über, der „auf dem Konglomerat ausläuft".
3. O. und E. Fraas beobachteten, daß der Mammutlehm nur ein feines, im Talgebiet über die Konglomerate hergelagertes Ausschwemmungsprodukt ist aus Massen von „Murbrüchen, die vom Kapellenberg gekommen sein müssen".

(Vergl. hierzu die anschauliche Darstellung in dem Profil von E. Fraas in der Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellschaft. Jahrgang 1886. S. 702 und Führer durch Stuttgart 1906. S. 14.)

4. Das „Stuttgarter Diluvium" sowohl wie der Mammutlehm treten in Wechselbeziehung mit diluvialen Torflagern. (Vergl. S. 44.)

Hierüber gibt v. Seyffer nachstehend folgende Beobachtungen:

„Die Diluviallette ist in ihrem feuchten Zustand meistens ganz schwarz und äußerst fett anzufühlen[1], hie und da mit Torf als Überlage bedeckt und mit Tuff und anderem Sand durchwachsen und meistens mit einer Menge untergegangener und noch bei uns lebender Schnecken vermengt. Es wurden diesseits des Neckars im hiesigen Tale an mehreren Stellen sogar vorweltliche Tierknochen darin gefunden, namentlich in der Kronenstraße: sie zeigte sich in der Grunddohle in der Königstraße, bei der Fundation des Marstalles daselbst und weiter unten im unteren linken See des Schloßgartens und in dem Graben bei demselben. Unterhalb der Reiterkaserne in den unteren Türlen befindet sich ein bedeutendes Lager und ebenso unterhalb der Meierei im äußeren Schloßgarten mit Torf überdeckt. Rechts im hiesigen Tale liegt sie unweit des Pulverturms auf Gips auf und in der Nähe des Sauerbrunnens im äußeren Schloßgarten legt sie sich an den Sauerwasserkalk an.

Auf dem Rosenstein lief ein Lehmlager gegen eine kleine Schlucht in eine mit vielen Schnecken vermengte, torfartige Lette aus, in der ein kleiner Wald von Birken und Eichen begraben lag. ‚Die Birken waren

[1] Neueste Grabungen im Sanierungsgebiet der Altstadt haben solche schwarze schlammige Lagen gezeigt, für welche obige Bezeichnung trefflich paßt. (Juli 1908.)

etwas plattgedrückt, hatten aber zum Teil einen Umfang von 5′ 6″ und noch ihre Rinde. Die Stämme waren nicht lang, sondern in Stücken von 4—15′ lang in die Kreuz und Quer untereinander geworfen, zwischen welchen Stücke von Eichen lagen, deren Holz ganz schwarz wie Ebenholz, meistens ganz zerfressen, jedoch an einigen Stellen noch so fest war, daß man es verarbeiten konnte. Das Holz der Birken war in eine schwarzbraune Braunkohle verwandelt. Die Räume zwischen diesen Baumstämmen waren mit einer torfartigen Masse ausgefüllt, aber alles so kompakt und zusammengepreßt, wie eine bituminöse Holzkohle und in dieser Masse fanden sich noch deutliche Blätterstücke von einer *Typha*, Zweige mit den Knospen einer *Salix*, die der *Salix caprea* sehr ähnlich waren, ja einige etwas plattgedrückte Kapseln (Schüsselchen) von der Frucht der Eiche und Stücke von gestreiften, goldglänzenden Flügeldeckeln eines Käfers. Die Kürze der Holzstämme und ihr plötzliches Abgebrochensein, das Untereinandergeworfene derselben, auch der Mangel an Ästen zeugen offenbar dahin, daß diese Bäume geraume Zeit wie Treibholz im Wasser müssen umhergetrieben und herbeigeflößt worden sein.

Das ausgedehnteste Lettenlager befindet sich in der Ebene zwischen dem Garten von Bellevue, der Wilhelma, dem Theater und der Vorstadt von Cannstatt bis an die Brücke. Es liegt über, zwischen und unter dem Sauerwasserkalk und Konglomerat, ja unter bedeutenden, wahrscheinlich eingestürzten festen Keupermergelmassen und ist an einigen Stellen mit einer Menge von Schnecken angefüllt. Wo es an der Oberfläche vorkommt, geht es in ein förmliches Alluvium mit Torf über und enthält Ochsen- und Fuchsknochen, auch Hirschgeweihe und viele, noch jetzt bei uns lebende Schnecken. Wie beim Bau des Theaters durch drei Bohrlöcher unweit der Wilhelma, bei Fundation dieses Gebäudes und vieler Gebäude in der Vorstadt von Cannstatt, namentlich des neuen Gebäudes zunächst dem Gasthof zum Ochsen, bei der Fundation der neuen Ufermauer daselbst, ja auch bei dem Brückenbau wurde dieses Lettenlager häufig unter dem Sauerwasserkalk und Konglomerat aufgedeckt.“

Dies ist wieder eine Angabe, die klar und deutlich erweist, daß der noch jetzt (1908) bei niederem Wasserstand links unten an der Wilhelmsbrücke sichtbar werdende Sauerwasserkalk demjenigen an der Altenburger Steige genau entspricht. Hier wie dort ist eine unten durchstreichende Lage von Letten (= Mammutlehm) erwiesen, ebenso das Konglomerat. Genau mit dieser Annahme decken sich die Bohrprofile aus der Wilhelma: Also liegt hier ein Bezirk vor, in welchem das Schichtensystem des Cannstatter Diluviums eingesunken ist. Und damit stimmt wieder die als Übertiefung des Talbeckens erscheinende Versenkung des untersten Geröllagers tief unter die heutige Talsole.

v. Seyffer fährt fort:

„Zuletzt und vielleicht mit dem eben genannten unterirdisch zusammen-

hängend tritt dasselbe unterhalb der Vorstadt in der sogenannten Au mit einer torfartigen Überlage hervor. Auf der rechten Seite des Neckars liegt in den Gipsbrüchen hinter Untertürkheim unmittelbar auf dem Gips eine schwarze Lettenbank auf, in der ich einen unvollständigen Unterkiefer mit drei Zähnen vom Rhinozeros fand. In der Waiblinger Vorstadt von Cannstatt fand man bei Fundation von einigen Gebäuden diese Lette ebenfalls zum Teil unter dem Sauerwasserkalk und in den Bohrlöchern im Badgarten und bei der Kellerschen Fabrik wurde sie ebenfalls durchbohrt. Zuletzt ist sie noch unweit des Katzensteigle in der Nähe des Muschelkalks aufgedeckt worden."

Diese Aufzeichnungen, welche für einen Teil der jüngsten Oberflächengebilde („Letten über dem Untertürkheimer Gips") ein diluviales Alter beweisen, sind wieder ein Hinweis darauf, daß die Gestalt unserer Bergformen und Talzüge schon in der Diluvialzeit im wesentlichen dieselbe war wie jetzt. Also ist auch das Cannstatter Talbecken schon in den in Rede stehenden Perioden vorgebildet gewesen.

Sodann werden die bekannten Angaben über Senkungserscheinungen in neuerer Zeit wiederholt, insbesondere der Einbruch inmitten der Stadt kurz nach dem Lissaboner Erdbeben. Diese durch die unterirdische Auslaugung bedingten Einbrüche scheinen mitunter durch größere tektonische Bewegungen ausgelöst zu sein.

Rampold. Die zeitlich nach v. Seyffer folgende Arbeit ist die Veröffentlichung Rampolds: „Einiges über den See, der einst das Neckartal bei Cannstatt bedeckte und über das Verhalten der Cannstatter Mineralquellen zueinander (1846)." Ausgehend von v. Seyffers und Walchners Vermutung, daß der Sauerwasserkalk Absatz eines großen Stausees sein müsse, berechnet Rampold aus dem höchsten Sauerwasserkalkvorkommen im Stuttgarter Tal, daß diese Seefläche noch 47′ höher gewesen sein müsse, als der Fuß der großen Neckarbrücke in Eßlingen. Dann zieht er zur Bestätigung einige Beobachtungen heran von Terrassenschottern im Neckartal an der Straße von Obereßlingen nach Zell in 80′ (23 m) Höhe über dem Neckarspiegel von Zell. Daß der Absatz von Kalktuff hier nicht mehr stattfand, erklärt sich nach Rampold aus der Verdünnung des Wassers des Mineralwassersees bei dem „beständigen Abwärtsdringen des zuströmenden, damals gewiß bedeutenden Neckars". Dann will er die Tiefe des alten Sees, bezw. seiner Sohle berechnen, wobei er die Angaben v. Seyffers benützt und ihnen hinzufügt, daß im Bohrloch der Kellerschen Fabrik 119′ (= 34 m) unter dem jetzigen Neckarspiegel „Gerölle mit Sauerwasserzement" gefunden worden seien. Er erklärt sich diese unbestreitbare, vom Muschelkalkriegel bei Münster

flußaufwärts gelegene Übertiefung des Cannstatter Tals dadurch, daß hier der Fluß im Keupergebiet erodierte, wo er mit dem weichen mergeligen Gestein leichte Arbeit hatte; allerdings denkt er bereits hierbei an „Unterstützung durch die lauen Quellen, welche den Boden von unten herauf erweichten".

Eine eingehende Erwiderung auf diese Ausführungen mit entschiedenen Richtigstellungen der ausgesprochenen Hypothesen gab Deffner 1863. Vorher aber erschien:

O. Fraas, Geognostisches Profil einiger Bohrlöcher im Stuttgart-Cannstatter Tale.

Hier werden besonders folgende vier Bohrlöcher besprochen.

Profil I und II, beide im Hofe der Zuckerfabrik (Fläche der jetzigen. Hinterstellungsgeleise für Personenzüge nordöstlich vom Hauptbahnhof).

Profil III wurde am Sulzenrain erbohrt, aber 1853 aufgegeben.

Profil IV am Kursaal hinter dem Restaurationsgebäude abgeteuft.

„Ehe die jüngste Schichte des Kalktuffs angebohrt wird, hat man 7—11' Schuttland zu überwinden, das an anderen, nächst gelegenen Orten bis zu 40' Mächtigkeit hat. Die erste Bank, welche in Betracht kommt, ist der Sauerwasserkalk oder die Niederschläge der Mineralwasser mit den bekannten Resten diluvialer Säugetiere und Konchylien. Die harten Kalktuffbänke, die am Sulzerrain gesprengt werden mußten, sind oben gelegen, der gelbe Tuff- und Schneckensand liegt unten. Bohrloch I (Zuckerfabrik in Stuttgart) zeigt 23', Bohrloch II (ebendort) 21' Mächtigkeit, Bohrloch III (Sulzenrain) in Cannstatt 30', Bohrloch IV (Restaurationsgebäude im Cannstatter Kursaal) 45' Mächtigkeit. Erinnert man sich, daß in der Lindenstraße 800' über dem Meere noch Sauerwasserkalk ansteht, so wäre dies der höchste bekannte Ort des Tales, der tiefste Punkt wäre in Bohrloch IV, nämlich 634' über dem Meere. Die Masse des Sauerwassers und der Druck, unter dem es ausströmte, war früher weit größer als jetzt, der Verbreitungsraum der Quellen ein weit ausgedehnterer, dagegen die Mächtigkeit der Ablagerung folgerichtig da am stärksten, wo noch heutzutage am meisten Sauerwasser ausfließt, dessen Niederschläge mit Zugrundelegung der Annahme von 30 Gran fester Bestandteile in 1 Pfund Wasser und eines täglichen Wasserausflusses von 43000 Eimern (nach v. Seyffer) heute noch täglich 1200 Ztr. betragen. Dem System des Sauerwasserkalkes untergeordnet sind dunkle, torfhaltige Letten, teilweise voll Süßwasserkonchylien und Pflanzenresten. No. I weist 13' Mächtigkeit nach, No. II 12'. In No. III haben wir 14', in No. IV 7'. Die beiden ersten Bohrlöcher zeichnen sich durch ausgesprochene Torf- und Braunkohlbildung aus, Laub- und Nadelhölzer, Tannenzapfen und Haselnüsse, *Chara* und Moose bilden namentlich in No. II ein 1½ Fuß mächtiges Braunkohlenlager, dessen

Abbau auf Feuerungsmaterial sich wohl lohnen dürfte. Nach Herrn Schimpers mündlicher Mitteilung sind hier die ältesten bekannten Moose abgelagert. Die 3—4 aufgefundenen Arten sollen gleichwie einige der Hölzer mit amerikanischen lebenden Arten übereinstimmen. Die Pflanzenbank geht nach oben und unten in lettigte Tuffsande über, die von Limnaeen, Clausilien, *Helix*, *Pupa* und andern erfüllt sind. Zähne eines Hirsches und das schlechterhaltene Skelett eines Frosches fand sich nebst anderen zweifelhaften Resten im Schacht des Brunnens II. Am Sulzerrain ist diese Schichte wenig mächtig und weniger reich an Pflanzen. In No. III ist sie nur als Ton- und Sandschichte, in No. IV jedoch als torfhaltige Lettenbank bezeichnet; zu bemerken ist noch, daß diese Schicht, nach unten sehr fett, die ersten Quellen lieferte, die in der Zuckerfabrik durchschnittlich zwei Kubikfuß Wasser in der Minute abgaben. Geschiebe aus dem Keuper und Jura, namentlich die kieseligen Stuben- und Bonebedsandsteine des Keupers, schwarze Juraknollen von den Fildern, selbst weiße Jurabrocken mit Lacunosen (nach Dr. Bruckmann) finden sich zu unterst dieser Tonschicht. Sie sind die Vertreter der „Stuttgarter Diluvialgeschiebe", wie sie v. Seyffer nannte, und wie sie an anderen Lokalitäten (nur 100′ vom Bohrloch II entfernt) in größerer Mächtigkeit über der Keuperformation lagen."

Hiermit werden die quaternären Bildungen verlassen. Doch wird (S. 137) nochmals darauf zurückgegriffen und berichtet:

„Als merkwürdiges Beispiel der unterirdischen Zerstörung der Schichten sei angeführt das dritte Bohrloch der Zuckerfabrik, worin man 172′ tief durch lauter Diluviallehm mit Geschieben stieß, bis man endlich erst in dieser Tiefe auf die blauen Kalkmergel der Lettenkohle und ausgesprochene Dolomite mit Myophorien gelangte, die aber nicht mehr in ihren ursprünglichen Lagern, sondern zerrissen in zähen grauen Schlamm gebettet zutage kamen. Ganz ähnlich ist die Gebirgszerstörung in den Bohrlöchern am Sulzerrain." (Vgl. S. 26 ff.)

Auch der noch lebende, damalige Direktor der Zuckerfabrik, Herr A. Reihlen (Stuttgart) erinnert sich dieser Bohrversuche und ihrer interessanten Ergebnisse. Er trat später durch Vermittlung des bekannten Chemikers v. Fehling (vergl. Literaturverzeichnis) über die erwähnten Quellbohrungen in lebhafte Korrespondenz mit Pettenkofer in München, den die damals gemachten Befunde über ganz verschiedenen Wasserstand in so nahe beieinanderliegenden Bohrlöchern sehr interessierten.

Es ist nochmals daran zu erinnern, daß die damals noch nicht erkannte große Hauptverwerfung im älteren triassisch-liassischen Gebirgssystem der Cannstatt—Eßlinger Gegend die Arbeiten von Walchner, v. Seyffer, Rampold und O. Fraas beeinträchtigt hat. Fraas aber gibt bereits im Profil eine richtige Darstellung und Deffner hat durch seinen bekannten siegreichen Streit mit Quenstedt (Deffner, Über die Hebungsverhältnisse der mittleren Neckargegend. Württ. Jahreshefte X. 1855) und seine Widerlegung der Rampoldschen Anschauungen 1863 diese Frage endgültig gelöst.

Deffner. Jm Jahre 1863 führt nämlich **Deffner** aus, daß die Annahme einer durch Flußerosion vorgeschaffenen Übertiefung des Cannstatter Beckens, die Aushöhlung des nachherigen Seebeckens undenkbar ist. Denn das Neckartal sei ein ganz normales, durch rinnende Gewässer im Keupergebirge geschaffenes Tal mit wenig Flußkiesmassen, da erfahrungsgemäß von Plochingen bis Untertürkheim die festen Keuperschichten niemals tiefer als 15′ unter seiner Oberfläche sich finden. Es bringt aber die Natur der Sache mit sich, daß die Erosion die Talsohle ihrer ganzen Länge nach gleichmäßig zu vertiefen sucht und daß die Tiefe, bis zu welcher sie eine Talsohle ausfrißt, immer abhängig bleibt von der Höhenlage des letzten Abflußpunkts des betreffenden Wasserlaufes. So kommt Deffner zu dem Schluß, das das Neckartal von jeher seine heutige Natur eines allmählich sich in die Schichten eingrabenden und erweiternden Flußtales gezeigt hat, dessen Niveau allmählich niederging in demselben Verhältnis, als die Muschelkalkschichten von Münster niederer gelegt wurden.

Damit soll allerdings die Möglichkeit, sogar die hohe Wahrscheinlichkeit eines Sees zwischen Untertürkheim und Münster nicht geleugnet werden.

Denn die Profile der Cannstatter Bohrlöcher zeigen uns bis 115′ unter dem jetzigen Neckarspiegel noch Neckargeschiebe unter verschiedenen Sauerwasserbildungen. so daß an der Hand der in historischer Zeit stattgefundenen Einsenkungen nicht zu zweifeln ist, daß große Teile des Beckens von Zeit zu Zeit einbrachen und demgemäß bald einen größeren, bald einen kleineren See bilden mußten, bis er durch die vom Neckar beigeführten Geschiebe wieder ausgefüllt wurde und nur ein reiches Sumpfland mit Morästen und Torfbildungen hinterließ.

O. Fraas. Die Begleitworte zu Blatt Stuttgart, I. Auflage, 1865 geben zuerst die älteren Angaben über Bohrungen etc. teilweise wieder, erklären die Höhendifferenz zwischen dem tiefsten und höchsten Lager von Neckargeschieben durch Einsenkungserscheinungen und gehen über zum „Stuttgarter Diluvium", das mit den übrigen alten Gehängeschuttmassen des Blattgebiets gleichgestellt wird, da es so sehr damit übereinstimmt, „daß es nicht als lokale, nur dem Stuttgarter Tal eigentümliche Bildung betrachtet

werden darf". Von hoher Wichtigkeit sind die von O. Fraas festgehaltenen Beobachtungen, vom Randgebiet des Cannstatter Beckens, wo diese Gehängeschuttbildungen mit dem unter die Sauerwasserkalke einstreichenden und unter ihnen durchsetzenden „Mammutlehm" in Verbindung treten. Die besten Aufschlüsse gab hier der große Einschnitt der Remstalbahn.

„Mammutlehm und Schneckensand machen durchaus nicht den Eindruck des Angeschwemmtseins durch ein Wasser, als vielmehr den eines alten Oberflächenbodens. Am Seelberg noch 6 Fuß mächtig, desgleichen am Leprosenhaus, dem Orte der Ausgrabung von 1816, 5' mächtig am Brunnen der Fackschen Fabrik, ist dieser Lehm das Hauptlager der Mammute und ihrer Zeitgenossen. Außerhalb des Bereichs der Sauerwasserabsätze bilden sie noch das Taggebirge. Beim Bau der Remsbahn ebenso wie im Hintergrund des Stuttgarter Tales wurden diese Schichten mit Mammut teilweise so wenig zersetzt gefunden, daß sie mit mehr Recht ein Keuperschutt und Keuperletten genannt werden. So hat namentlich die Böschung in dem Eisenbahneinschnitt der Remsbahn bei Losnummer 82 und 83 gezeigt, wie die zahllosen, im Herbst 1860 auf Anordnung seiner Majestät des Königs Wilhelm I. ausgegrabenen Knochen und Zähne, darunter der einzig in seiner Art existierende 126" lange Stoßzahn vom Mammut nicht im milden, zarten Lehm, sondern hart auf gewachsenem Keuper im Keuperschutt gebettet und von dem gelben Lehm nur zugedeckt waren."

Also entspricht der Mammutlehm dem alten Gehängeschutt der übrigen Gegend genau. Wo er unter die Sauerwasserkalke einstreicht, nimmt er die Eigenart eines feintonigen ausgeschlämmten Materials an. Der Übergang vom Gehängeschutt in echten, noch immer die grünliche Keuperfarbe bewahrenden Mammutlehm ist ebenso wie damals hier am Ostrand des Cannstatter Beckens, in neuerer Zeit am Westrand desselben sichtbar geworden, indem oberhalb der Haldenstraße über dem Terrassenschotter (= „Nagelfluhe am Kursaal") nicht gleich Mammutlehm, sondern zunächst ein grobgemischter Strom vom Keuperschutt gefunden wurde, der gegen Norden hin, nach der Altenburger Steige zu in immer besser ausgeschlämmtes Material, zuletzt in echten, typischen Mammutlehm auslief. Man gewinnt den Eindruck, daß von allen Seiten starke Zufuhr von Gehängematerial stattfand auf die Talebene, die bis zur ungefähren Höhe unserer heutigen Schotterterrasse mit Neckargeröllen aufgefüllt war; über diese Fläche hin kam, sobald das Gefäll und damit die direkte Zufuhr von Schutt aufhörte, nur noch das feine, verschlämmte Material weiter, das die 4—7' mächtige, wasserundurchlässige Deckschicht darauf bildete, über der die Sauerquellen Seen und Tümpel erzeugten, in denen

der ruhige Absatz geschichteter Travertine möglich wurde. Noch heute bildet mehrfach der Mammutlehm, der immer als trennende Zwischenlage zwischen (vom Sauerwasser oft unberührten) Neckarschottern unten und geschichteten Sauerwasserkalken oben nachzuweisen ist, einen Quellhorizont im Diluvialprofil, so z. B. bei dem Brunnen nahe der Kehre der Altenburger Steige. Auch der im Frühjahr 1908 wieder aufgedeckte römische Brunnenschacht beim Kastell durchteuft die Sauerwasserkalke und sein noch heute sichtbarer Wasserspiegel steht im Mammutlehm. In seiner Schrift über Württembergs Eisenbahnen gibt sodann O. Fraas vom Rosensteintunnel an, er sei „lediglich nur durch Moränenschutt und Tuffsand durchgeführt". Dabei muß vor allem interessieren, daß O. Fraas hier an Moränen denkt. Wie schon die Vergleichung mit v. Seyffers Angaben vom Rosensteintunnel lehrt, ist dessen „Stuttgarter Diluvium" gemeint, in welchem allerdings Liaskalke stecken. Dennoch steht über demselben am linken Talgehänge kein Lias an und von den liasbedeckten Höhen im Südosten trennt bereits das tiefer gelegene Tal. Ebenso auffällig ist, daß der geologisch ungefähr gleich alte Schuttstrom, der aus der Gegend des Burgholzes sich ins Cannstatter Becken zieht und der oberhalb der Haldenstraße sichtbar wurde, u. a. Stubensandsteinmaterial brachte, obgleich solches in seinem Einzugsgebiet nirgends anstehend zu finden ist. Die Erklärung muß, ebenso wie bei den ins Cannstatter Talbecken gedrungenen Schuttmassen, davon ausgehen, daß im Stuttgart—Cannstatter Gebiet Hochschotter aus einer viel älteren Periode reichlich vorkommen, deren verschlepptes Material vielfach zu treffen ist und namentlich in jüngere Schuttströme eingearbeitet eine große Rolle spielt. Die „Schuttmassen" im Mühlberg sind ältere höhere, teilweise an der Oberfläche stark entkalkte alte Flußschotter, die sogar eine NW.—SO. ziehende, an den Rosensteinhügel anschließende Terrasse bilden. Dies lehrten neue Aufschlüsse: bis zur Wolframstraße geht echter, wohl gerundeter, dicht gepackter Schotter mit Buntsandstein.

In **Fraas, Geognostische Profilierung der württembergischen Eisenbahnen** sind folgende Angaben besonders wichtig:

„Daß infolge der Auslaugung der Schichten im Untergrund Einsenkungen im Tal und im Zusammenhang damit Nieveauänderungen entstanden und teilweise noch entstehen, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Knochenreste hochnordischer Tiere wie Mammut, Nashorn, Rentier, Elentier,

Höhlenbär und ähnlicher längst ausgestorbener Tiergeschlechter stempeln die Zeit der Tuffbildungen im Stuttgart-Cannstatter Tal als der Eiszeit angehörig. Wo keine Quellen zu Tage traten, füllte sich das Spaltental anstatt mit Tuff mit dem Schutt der Moräne, die von weit her in das Tal geschoben wurden, oder mit torfigen Letten. (Vgl. „Der Untergrund von Stuttgart" von Dr. Fraas, Anhang zum medizinisch-statistischen Jahresbericht 1876.)

Die erste Verwerfung am Ende des Stuttgarter Bahnhofs bei der Abzweigung der Nordbahn wurde durch verschiedene Bohrungen um Stuttgart, z. B. vor der Zuckerfabrik und auf der Prag, konstatiert. Dort wurden die Keupermergel unter 6,5 m Sauerwasserkalk und 4 m torfhaltigen Letten erbohrt, der Keuper selbst in einer Mächtigkeit von nur 2—4 m getroffen und darunter die Wasserschicht der Lettenkohle angefahren. Derselbe Horizont lag im Englischen Garten 30 m tief, ohne daß die Bohrung Kalktuff oder Torfletten gezeigt hätte. Wo die Verlängerung des Neckartalrandes die Bahnlinie unter einem rechten Winkel schneidet, bricht das Tal auf 56 m ein. Die Talspalte ist mit Weißjuraschutt und Geschieben und den Quellabsätzen der alten Kohlensäuerlinge erfüllt."

Die nächste Veröffentlichung über Cannstatt verdanken wir wieder **O. Fraas** in der Zeitschrift des Oberrheinischen Geologenvereins.

Er gibt für den Cannstatter Seelberg von den Bahnarbeiten her folgendes Profil:

„1,8—2,8 m brauner Lehm mit den Skelettresten von Hirsch, Schwein, Reh und menschlichen Gräbern.
0,4—1,8 m Kalktuffbank mit Resten von Hirsch, Ochse und Pferd.
0,9 m Sand und Letten mit Sumpfschnecken.
1,2 m Tuff-Fels."

und bemerkt dazu: „Unser Profil zieht sich mit großer Regelmäßigkeit durch den ganzen Seelberg und wurde sowohl beim Einschnitt der Staatsbahn als beim letztmaligen Aushub der Schichten konstant in der obigen Aufeinanderfolge von 1—4 gefunden."

Weiter vertritt O. Fraas auch an dieser Stelle die Ansicht, daß die bekannt gewordene große Mammutgruppe des Stuttgarter Naturalienkabinetts durch Menschenhände zusammengetragen sei, eine Ansicht, die er im „Schwäbischen Merkur" eingehender verteidigt hat.

E. Fraas. Es folgten an Bearbeitungen des Cannstatter Diluviums die neue Auflage von **Blatt Stuttgart (II. Auflage 1895,** revidiert von **E. Fraas)** und die wichtigste Arbeit, die **E. Fraas** in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft gab und in der er über den Mammutlehm des Remsbahneinschnitts und, was das allerinteressanteste, zugleich über das Profil im Bahneinschnitt der Verbindungsbahn Untertürkheim—Kornwestheim mit dort sichtbaren diluvialen, bezw. postdiluvialen Verwerfungen berichtet.

„Die vielfachen Beobachtungen an den Bahneinschnitten und bei den systematischen Ausgrabungen haben auf das deutlichste ergeben, daß es sich bei dem Mammutfelde von Cannstatt um eine ganz eigenartige lokale Bildung handelt, welche mit den gewöhnlichen Löß- und Lehmbildungen der Umgebung nichts gemein hat. Schon die Struktur des Materials läßt in Verbindung mit den Lagerungsverhältnissen sichere Schlüsse auf die Bildungsweise zu. Auf den oberflächlich gestauchten und in Falten geworfenen Gipsmergeln lagerte ein buntes Gemenge von Keuperschutt, bestehend aus großen Fetzen von Gipskeuper und Berggipsen, dazwischen zerriebenes Material derselben Schichten und zahllose Blöcke, aus dem Semionotus- und Stubensandstein stammend. In derartigem buntem Keuperschutt waren auch die zahlreichen Knochen diluvialer Säugetiere eingeschlossen, meist verrissen und wirr durcheinander geworfen. Auf diesem eigenartigen Schuttmaterial, das nur in der eingesenkten Mulde am Gehänge der Winterhalde sich findet, liegt wiederum der echte Lößlehm, der das ganze fruchtbare Plateau zwischen Cannstatt und Fellbach bedeckt.“ „Das Mammutfeld verdankt nach meiner Ansicht einer Mure seine Entstehung, deren größter Teil zugleich auch mit dem gröbsten Materiale in der Winterhalde liegen blieb: dieses Material, oben noch mit der Struktur des Blocklehms, wird nach unten immer feiner und nimmt den Charakter eines ausgeschlämmten Gehängelehms an, ja an den Rändern der Mure, wo offenbar Wasser gestaut wurden, geht der Schutt in feinen Schlamm, aus Keupermaterial bestehend, über, dessen lakustre Bildung durch eine überaus reiche Fauna an Ostracoden und Schnecken zu erkennen ist.“

Dies wird durch das beigefügte Profil von der Fellbacher Höhe nach dem Tale von Cannstatt noch anschaulich zur Darstellung gebracht, während ein Profil aus dem Bahneinschnitt durch den Sulzerrain bei Cannstatt die Lagerung der pleistocänen Bildungen und postglazialen Störungen festhält.

Die 1895 beim Kgl. Statist. Landesamt erschienene **Beschreibung des Oberamts Cannstatt** gibt aus der Feder von **E. Fraas** folgendes über die Entstehungsweise des Cannstatter Diluviums:

„Die Lösung des Rätsels über die hohe Lage der Travertine über den heutigen Quellen und ihre weite Verbreitung finden wir in den Nagelfluhen, welche beweisen, daß in diluvialer Zeit das Neckarbett etwa 30 m höher lag als jetzt. Die Ufer eines damals gebildeten Sees oder einer Versumpfung des Tals mußten demnach auch bei geringer Tiefe sehr hoch an den heutigen Gehängen hinaufgreifen und sich weit in das Nesenbachtal hinein erstrecken. Daß es sich zunächst um einen See oder Sumpf handelt, beweisen die Ablagerungen von Schlamm und torfhaltigen Lehmen, welche unter dem Tuff sich im ganzen Gebiete vorfinden. In dem See brachen die kohlensauren Quellen aus und die Folge davon waren die Niederschläge von Kalktuff und Tuffsand im ganzen Bereich des alten Seegebiets.“

Nochmals sei daran erinnert, daß die Bildung und Erhaltung solcher flachen Seebecken durch die Unterlage des dichten, tonigen

Mammutlehms gefördert wurde, indem damit eine schwer durchlässige Schicht das Wasser verhinderte, in die unterlagernden Kiesmassen zu versinken und mit dem im damaligen Alluvium ziehenden Grundwasserstrom zu entweichen. Es sei auch hervorgehoben, daß nach den Wassermessungen im heutigen Grundwassergebiet des Neckaralluviums in dessen Geröllmassen ungefähr 33 % ihres Volumens als Hohlräume vorhanden sind und daß sich in ihnen das Grundwasser sehr rasch und leicht bewegt, zugleich in engster Wechselbeziehung mit dem Neckar selbst, dessen Hochwasser und Temperaturschwankungen auf den Stand und die Wärme des Grundwassers sehr rasch einwirken.

„Erst später grub sich der Neckar sein Bett tiefer, wodurch die gestauten Wasser des Sees Abfluß bekamen und allmählich auch das Niveau der Quellen tiefer gelegt wurde."

Da der unterste Keuper im größten Teile des Beckens anstehend das Taggebirge bildete, wurden so wieder tonige Schichten im Cannstatter Becken bloßgelegt, über denen die Sauerwasser wieder stellenweise Tuffe absetzen konnten. So lieferten Neubauten in der Nähe des Bahnhofs in dem ausgeräumten Neckartal direkt über Keuperletten junge Sauerwasserkalklager, teilweise im engsten Zusammenhang mit sich durch Kalktuffabsatz verfestigenden jüngsten Schottern. Leider sind gute Aufschlüsse selten, da die ganze Gegend zwischen Karlstraße, Seelbergstraße und Königstraße einerseits und den Bahnanlagen andererseits bei Anlage der Bahn vor 60 Jahren hoch aufgefüllt wurde, so daß bei Gebäudefundierungen dort erst 3—4 m Auffüllboden durchgraben werden und nur mehr wenig von dem tiefer unten verborgenen Diluvium zum Vorschein kommt.

Daß auch jetzt noch viele Sauerquellwasser ins Neckaralluvium aufdringen und in ihm Verfestigung durch Absatz von Kalktuff bewirken, ist bekannt. Auch im Neckar selbst treten solche Quellen auf, wie namentlich im Winter beim Gefrieren zu beobachten ist. Selbst wenn die ganze Fläche überfroren ist, bleiben die betreffenden Stellen nur unter einer ganz dünnen Decke verborgen, was beim Betreten des Neckareises eine stete Gefahr bildet.

Besonderes Interesse erregten diese Vorgänge, als Breithaupt die Behauptung aufstellte, es finde hier ein Absatz, eine Neubildung von Dolomit statt, was er durch Untersuchungen des Materials, das die Nagelfluhe aus Neckargeröllen verkittet, beweisen wollte. Meigen (Freiburg) hat hierauf die Frage chemisch-analytisch verfolgt, kam aber zu dem Ergebnis, daß es sich bei dem gefundenen relativ zu ge-

ringen Gehalt an Magnesium nicht um Dolomit handeln könne. Bei der Debatte, welche Meigens diesbezüglichen Ausführungen auf dem Geologentag in Offenbach 1904 folgte, hielt indes A. Sauer entgegen, daß tatsächlich auch Kristalle beobachtet worden seien, deren Habitus für Dolomit spreche.

Die letzte Bearbeitung fand das Cannstatter Diluvialbecken durch **E. Fraas 1906**, wobei eine eingehende Schilderung durch ein instruktives Profil unterstützt wird, in welchem namentlich wieder die Entstehung des Mammutlehms anschaulich dargestellt ist. Außer Erwähnung vieler Aufschlüsse gibt Fraas hier manche sehr wichtigen Fingerzeige für das Verständnis des Gebiets.

Er bezeichnet die Nagelfluhe vom Kursaal, in der eine 4 m mächtige Lage durch kalkiges Bindemittel in „splitterharten Konglomeratfels umgewandelter" Kiese besonders erwähnt wird, als Hochterassenschotter, „die Niederterrasse dagegen wird durch die noch in der Talsohle selbst liegenden Kiesmassen dargestellt." Unter Hinweis auf die darin gefundenen Säugetierreste lehnt er die Deutung des „Stuttgarter Diluviums" als Moräne (O. Fraas) ab und spricht die Gehängeschuttbildungen mit *Elephas primigenius* als mittleres, vielleicht in die Haupteiszeit selbst fallendes Diluvium an auf Grund aller paläontologischer Befunde.

Neu ist in dieser Arbeit auch die sehr interessante Mitteilung, daß im Gebiet des alten Sees außerhalb des Büchsentores (Stadtgartengegend) ein Schlammgrund von 13 m Tiefe sich fand und daß sich bei Gelegenheit der Untergrunduntersuchungen für das neu zu erstellende Theater für den Schlamm Mächtigkeiten bis zu 16 m ergaben. Fraas sagt wörtlich:

„Der mit Schlamm erfüllte Talgrund greift hier tiefer als der Ausfluß im Neckartale und es muß daraus geschlossen werden, daß die Stuttgarter Niederung auch in postdiluvialer Zeit noch Senkungen erfahren hat, die nicht unbeträchtlich sind, die aber immer wieder durch Anschwemmungen ausgeglichen wurden."

Dies stimmt aber aufs schönste zusammen mit den Angaben aus alter Zeit, daß sich der Marstall gesenkt habe und bei den deshalb angestellten Bohrungen ein ungewöhnlich tiefes Schlamm- und Torflager gefunden worden sei, ferner mit den Angaben von O. Fraas vom Jahr 1857, der eine so auffallende Tiefe für diluviale Gebilde in der Gegend der Reiterkaserne und Zuckerfabrik feststellte. Und zugleich ist durch eine Reihe fortlaufender Beobachtungen von 1806—1908 bewiesen, daß nördlich und nordwestlich von den genannten Punkten die Hauptlagen des Sauerwasserkalks im Stutt-

garter Tal sich finden. Die hier durchsetzende Verwerfung (cf. Karte 1 : 50000) hat vermutlich den Weg geschaffen, auf dem auch im Altstuttgarter Talbecken die Mineralwasser empordrangen und nach der Masse der von ihnen abgesetzten Sauerwasserkalke müssen auch hier recht lange Zeit hindurch reichliche Quellen geflossen sein. Diese aber mußten ihrerseits eine nicht unbeträchtliche Menge gelöster Salze der Tiefe entziehen und ihre unterirdische Auslaugungstätigkeit ist gewiß der Grund für solche späten Einsenkungen gewesen. Ebenso wie die Gegend der Wilhelma in Cannstatt stellt also diese Gegend, welche in der nächsten Zeit durch die Anlagen des neuen Stuttgarter Hauptbahnhofs geologischer Untersuchung unzugänglich werden wird, ein diluviales Einbruchsfeld vor; nur mit dem Unterschied, daß hier die entstandenen Übertiefungen durch Schlamm und Schuttmaterial der Nähe ausgefüllt wurden, während draußen im Neckartal der Fluß seine Kiese wieder über die versenkte Scholle hinbreitete. An beiden Stellen aber bildeten sich in dem feuchten, sumpfigen Bruchfelde diluviale Torflager. (Vergl. die Profile aus den unteren Anlagen!)

Soviel über die ältere Literatur und ihre oft sehr wertvollen Beobachtungen, deren Wiederholung unmöglich wäre oder sich doch jedenfalls in dem Gebiet des Häusermeers der heutigen Gesamtgemeinde Stuttgart nur mit großen Lücken und unter langjähriger aufmerksamer Überwachung durchführen ließe. Zugleich ergibt sich bereits ein guter Einblick in die Systematik der Stuttgart-Cannstatter Diluvialgebilde, denn in das Übersichtsbild, das schon die ältesten Arbeiten geben, reihen sich die in neuerer Zeit gemachten Beobachtungen bestens ein. Hinzuzufügen sind mehrfache Beobachtungen der Hochschotter, welche bisher mit Ausnahme von Fraas keiner der erwähnten Autoren näher besprochen hat.

Es haben sich dem vorstehenden Überblick zufolge aus der Literatur folgende Beobachtungen sammeln lassen:

1. Das „Stuttgarter Diluvium“ v. Seyffers, entsprechend den alten mächtigen Schuttmassen anderer Täler unseres schwäbischen Albvorlands, führt dieselben Knochenreste der großen diluvialen Säugetiere wie der Cannstatter Mammutlehm.
2. Der „Mammutlehm“ des Cannstatter Beckens hat als randliche Bildung die von O. und E. Fraas so deutlich geschilderten, murenartigen Schuttmassen, welche die berühmten Mammutfunde geliefert haben.

3. Diese groben Schuttmassen gehen in dem ebenen Teile des Beckens allmählich in feinere grusige Schuttströme, zuletzt in gleichmäßig ausgeschlämmten, feintonigen, graugrünen Ton über, den eigentlichen „Mammutlehm“ der Profile im inneren Gebiet des Stadtteils Cannstatt. Ebenso läuft der grobe Schuttstrom des „Stuttgarter Diluviums“ nach v. Seyffers eigener Angabe „auf dem Konglomerat aus“.
4. Der Mammutlehm lagert als Deckschicht über dem Terrassenschotter und bildet die Unterlage der Sauerwasserkalke.
5. Das Profil: Schotter-Mammutlehm-Sauerwasserkalk wird von dem mächtigen älteren und jüngeren Löß und Lößlehm überdeckt. (Vergl. für 1—5 die Profile von E. Fraas in „Die pleistocänen Bildungen des schwäbischen Unterlandes“.)
6. Die Torflager gehören zeitlich zusammen mit dem alten Gehängeschutt und dem Mammutlehm.
7. Es sind durch E. Fraas diluviale bezw. postdiluviale Verwerfungen bewiesen worden. Die Bohrprofile bei der Wilhelma und im Gebiete der heutigen oberen Anlagen, ehemaligen Zuckerfabrik und alten Reiterkaserne ergeben, daß auch hier diluviale event. postdiluviale Einbrüche stattgefunden haben.

II. Beobachtungen und Profile aus neuerer Zeit.

Profil 1.*)

Profil sw. der Altenburger Steige (Cannstatt-Wilhelma).

Im Felde auf der Terrassenfläche oben.
1 m Ackergrund mit Ziegelresten etc.
2 m Lößlehm.
1 m Löß, nach unten übergehend in
1 m weißen Tuffsand.

Profil 2.

Ebendort näher am Abhang. Aufgenommen am 1. Nov. 1905. Anschließende Ergänzung zu Profil 2.

*) Profil 1—6 nördlich vom Neckar, Cannstatt.

0,3—0,4 m Abraum.
1—1,8 m weißer dichter Sand mit zahlreichen Schnecken.
1,00 m intensiv gelber Tuffsand mit sehr zahlreichen Schnecken.
0,25 m weißer, tonreicher Sand.
0,30 m hellgelber Sand.
0,02 m Gefaltetes Bändchen von bläulichem Ton.
0,20 m dichter, lehmiger, dunkelbrauner Sand.
Bröckliger Sauerwasserkalk mit braunem Mulm in den Höhlungen, nach unten übergehend in wohlgeschichtete Sauerwasserkalke.
Erschlossen 3 m.

Bemerkungen.

Die obere Grenze zwischen weißem Sand und dem Abraum ist meist unscharf. Im weißen Sand verteilt viele Schneckchen. Dieselben sind oft nesterweise beisammen. In der Schicht mit der Bezeichnung „1 m intensiv gelber Tuffsand, stellt sich mitunter eine leichte Abnahme der Mächtigkeit und zugleich eine Teilung in 3 verschieden farbige, hellgelbe und dunkelbraune Bänder ein. Die unmittelbar über dem Sauerwasserkalk liegende 20 cm mächtige, blaue tonige Lage hat nach Aussage der dort beschäftigten Arbeiter viele Knochen geliefert.

Daß der stellenweise oben sich noch einstellende Lehm (vergl. die Nähe von Profil 1) seiner Lagerung nach viel jünger, wahrscheinlich erst spät verschwemmter älterer Lößlehm ist, geht daraus hervor, daß er ein den Bruch durchsetzendes altes Tälchen, das bis auf den festen Tuff sich eingegraben hatte, zugeschwemmt und eben ausgefüllt hat. Gerade in dessen Durchschnitt macht er den Eindruck echten Lößlehms.

Näher nach dem Abhang hin gehen alle Schichten unterhalb des 1 m mächtigen hellen Sands in Sauerwasserkalk über. Liegendes: Im inneren Teil Keupermergel, dem Rande zu schaltet sich unter den Sauerwasserkalk ein Strom von Keuperschutt mit Stubensandstein ein. Ganz vorne zeigt sich dieser unterlagert von Terrassenschottern und unter denen kommt zu unterst wieder grüner Keupermergel.

Am Übergang des Schuttstroms in den Sauerwasserkalk finden sich in letzterem eingebacken vereinzelte Weißjuragerölle!

Der Tuffsand zeigt sich beim Ausschlämmen im Schlämmapparat ganz durchzogen von feinen Röhrenkanälchen, deren Wände ähnlich wie Gehäuse von Phryganeenlarven aus Sandkörnern bestehen, die unter sich durch abgeschiedene Substanz verbunden sind.

Dieses Bindemittel ist kohlensaurer Kalk. Diese Röhrchen sind zweifellos die Wege aufperlender Kohlensäurebläschen gewesen, welche aus dem vom Sauerwasser durchdrängten Grund heraufstiegen. Mit der Abgabe der entweichenden Kohlensäure ging die Abscheidung des kohlensauren Kalks Hand in Hand. So stellt dieser Tuffsand ebenso wie das früher in den Sandäckern im Stöckach gegrabene Material in der Entstehung und Verfestigung begriffene Sauerwassertuffe vor. Auch die harten Lagen des Kalktuffs von der Katzensteige hinterließen beim Auflösen mit Salzsäure feinen Quarzsand.

Profil 3.

Anschnitt unterhalb der Profile 4 und 5 westlich der Haldenstraße in Cannstatt. (Aufgenommen 2. Nov. 1905.) Durch den ganzen Bruch herunter bis zum Trottoir der Haldenstraße.

Bergwärts: Löß, Lößlehm, Löß, Tuffsand; im Aufschluß selbst:

0,5 m Abraumschutt.	8 m Sauerwasserkalk.
2 m weißlicher } klüftiger, mehr poröser, plattiger	
3 m gelblicher } Sauerwasserkalk.	
1 m splitterharter Sauerwasserkalk.	
2 m weicher, ockiger, sandiger Sauerwasserkalk. (Derselbe weiter bergeinwärts härter, weißlicher Kalk.)	
4—5 m geschwemmter Boden mit viel Grus von einem Abhang. Vereinzelte Bach-(Fluß?)gerölle.	Schuttstrom von 5 m Keupermaterial: Mammutlehm der andern Profile.
½ m (30—50 cm) tonige, farbige Schwemmlehmmasse ohne Gerölle.	
3 m dicht gezackte, dachziegelförmig gelagerte Neckargerölle mit gelb verfärbten Sandschmitzen. Durchzogen von braunen, eisenschüssigen Bändern. Mitunter leicht verbacken.	3 m Terrassenschotter.

Anstehende Keupermergel.

Bemerkung: Die Verfolgung am Gehänge hin nach Norden ergibt das Auslaufen des Schuttstroms in echten gewöhnlichen Mammutlehm nach der Altenburger Steige hin.

Profil 4.

Oberhalb der Haldenstraße, nördlich von Profil 3.

Bergwärts: Lößlehm, Löß, Sauerwasserkalk; im Profil: mehrere m Sauerwasserkalk abgebaut, darunter:

0,2 m	bläulicher bis grünlicher Ton (schon echte Mammutlehm-Farbe!)	
0,5 m	Schutt mit aus Flußgeröllen stammendem Material von Weißjura- und anderen Geschieben.	3 m 30 cm Schuttstrom, aber mit feinerem Material und weniger mächtig als in Profil 6. Bereits Übergang in echten Mammutlehm.
2,0 m	Schwemmlehm mit Verwitterungsgrus des anstehenden Keupergebirgs.	
0,5 m	gelber Sand und feineres Schuttmaterial.	
0,1 m	verschwemmte, braune lehmige Masse.	
3,0 m	dicht gepackte Gerölle des Neckarterrassenschotters mit großen Rollstücken, die meist dem Rätsandstein entstammen, dazwischen Sandschmitzen.	Terrassenschotter.
3 m	rötliche und grünliche Mergel.	Anstehender Keuper.

Weiterhin gegen den Steigfriedhof zeigt sich die junge Verwitterungsmasse am Gehänge stark versunken, namentlich einzelne, mehrere Zentner schwere Sauerwasserkalkblöcke, aus den härtesten Bänken oben stammend, ziehen wirr gelagert im Schutt daher, ebenso wie man dies gegenüber am Sulzerrain auch sehen kann. Die Grabarbeiten weiter nördlich für die neue Kaserne ergaben einen Untergrund von wenig verschwemmtem Lößlehm, dem sofort Sauerwasserkalk folgt. Es waren dies dieselben Lager die im Norden bei Münster, im Süden oberhalb der Haldenstraße erschlossen sind. Besonders interessant war in der Kastellanlage der tiefe, gemauerte römische Brunnen, der wieder ganz aufgedeckt wurde und der die ganze Masse der Sauerwasserkalke durchteuft bis hinab zu dem wasserundurchlässigen Mammutlehm. (Vergl. S. 22.) Über den Sauerwasserkalken fanden sich die Reste der römischen Bauwerke mit Münzen etc.

Profil 5.

Combiniert vom Steigfriedhof bis zur Haldenstraße.

Lößlehm und Löß, auf der Hochfläche westwärts anschwellend, hier nur 1—2 m, in dessen unterste Lagen eingebaut das mit den Grundmauern bis auf den anstehenden Sauerwasserkalk hinabgreifende römische Kastell.

6—7 m Sauerwasserkalk.

Quellhorizont. (Quelle an der Altenburger Steige, Wasserspiegel des wieder aufgedeckten römischen Brunnens.)

2 m Mammutlehm (bezw. bergeinwärts Schuttstrom von Keupermaterial).

3—4 m Hochterrassenschotter (am Gehänge zum Teil bergeinwärts stets auskeilend).

Profile von Münster 6.

Gesamtheit der großen Aufschlüsse der Ziegelei.

Mächtiger Lößlehm und Löß über wohlgeschichteten Sauerwasserkalken, deren Tiefe beim König-Wilhelmsviadukt bis auf mehr als 25 m erschlossen ist, ohne daß Gerölle auftreten, was gegenüber (am Katzenstaigle) der Fall ist.

Der Lößlehm lieferte beim Ausschlämmen die zuerst von G. Steinmann im Kaiserstuhl beobachteten kugelförmigen, radialstrahlig aufgebauten Konkretionen von weißem Kalk (äußerlich ungefähr aussehend wie die sogen. „Ameiseneier“) in ungewöhnlicher Größe.

Profil 7.

Steinbruch hinter der Katzensteige, südlich der unteren Ziegelei.

Vordere Seitenwand. (W.)

0,3 m dunkler Lehm.
2 m von Sauerwasser veränderter heller Löß.
0,5 m dunkler Lehm.
2 m von Sauerwasser veränderter heller Löß.
1 m fester dunkler Lehm.
0,6 m bröckeliger Sauerwasserkalk.
0,7 m harter Sauerwasserkalk.
0,8 m harter Kalksand.
1 m harte Bank von dichtem Sauerwasserkalk.
1 m verhärteter Kalksand.
0,05 m graupeliges Material.
1,50 m nicht durchgegrabener Kalksand.

Hinterwand (nach O).

0,3 m Abraum.
2 m Löß, zum Teil durch Sauerwasser verändert, zuletzt stellenweise ganz in Sauerwasserkalk umgewandelt.
0,3 m dunkles Lehmband.
1 m heller, zum Teil verlehmter Löß.
1,5 m fester dunkler Lehm,
zurzeit nicht tiefer erschlossen.

Profil 8.

Profile der Baugruben der Häuser Teckstraße No. 5 und No. 7.

3 m zäher verschwemmter Lehm, in den bis auf 2 m Tiefe hinunter Artefakten eingeknetet sind. (40 m entfernt wurde in diese Lage eingebaut ein römischer Backofen gefunden.)

Abraum 2 m.
Lößlehm 1 m.

0,3	m	Übergangsschichte mit beginnender Anreicherung von gelbem, tuffigem, sandigem Material, hierunter	3,5 m Sauerwasserkalk.
0,25	m	ähnliche, aber viel stärker eisenschüssige Massen.	
3	m	Sauerwasserkalk.	
0,5	m	„Mammutlehm". Graue, grünliche, mitunter noch etwas rötliche fette Masse mit Schnecken und Knochenrestchen.	0,5 m Mammutlehm.
1,5	m	Nagelfluhe. Mit viel Buntsandstein und deutlich vortretenden Rätsandsteingeröllen. Teilweise so dicht verkittet, daß beim Schlag die Gerölle mit durchgeschlagen werden etwa wie bei den verkieselten Lagen des Hauptkonglomerats im Schwarzwälder Buntsandstein.	Terrassenschotter nicht durchsunken.

Profil 9.

Beim Bau des Sammelschulgebäudes Ecke Schillerstraße und Teckstraße.

0,5 m Abraum.
3—4 m Sauerwasserkalk.
0,75 m rötliche bis grünliche Tone, fettig mit Keuperfarben.
2 m Splitterharte Nagelfluhe, nicht durchsunken.

Bemerkungen zu Profil 9: Der Sauerwasserkalk war dünnplattig, wohl geschichtet mit starken Sinterabsätzen an den Klüftungsflächen.

Der Mammutlehm erwies sich hier etwas sandig und eigentümlich stark rötlich verfärbt durch Schwemmaterial aus roten Keuperletten, während sonst fast immer die graue Reduktionsfarbe herrscht.

Der Sauerwasserkalk wurde mit Spitzhauen gebrochen, der darunter vorkommende weiche Mammuthlehm weggeschaufelt, die versinterten Terrassenschotter mußten gesprengt werden.

Auffallend war, daß mitunter in harten Stücken von Nagelfluhe einzelne Rollstücke ganz weggelöst waren, wohl aber ein Negativ ihrer Form in Gestalt eines Hohlraums zu sehen war, indem die sie umkrustende Schale von Kalksinter erhalten blieb.

Profil 10.

Neubau Ecke Olgastraße und Waiblingerstraße, Haus Waiblingerstraße No. 42.

Reste von Sauerwasserkalk.
Darunter 0,5 m hellgrauer Ton.
> 2 m Neckargeschiebe als leicht verbackene Terrassenschotter.
Auch hier war im Schotter viel Buntsandsteinmaterial.

Profil 11.

Aufschlußpunkt Ecke Katzensteige und Daimlerstraße, 232 m über NN.

Lößlehm verschwemmt.
Willkürliche, dem Tale zu fallende Erosionsgrenze.
2 m Sauerwasserkalk.
0,3 m „Mammutlehm", hellgrauer bis grünlicher, fetter Ton mit Knochenresten.
1 m Neckargerölle als hartes Konglomerat.

Bemerkungen: Der Sauerwasserkalk ist hier ziemlich hart, e mußte etwa 8 m entfernt bei einer Kanalisation gesprengt werde da er der Spitzhaue widerstand. Der Mammutlehm lieferte Rest eines Zahns von *Elephas primigenius* in grünlichem, echte Keupe farbe zeigendem Ton. Unter den Neckargeröllen fand sich Bun sandstein und sehr viel Rätsandstein.

Profil 12.

Von der Teckstraße zum Exerzierplatz, kombiniert aus 1. de Kanalbauaufschluß in der Teckstraße und Hohenzollernstraße, 2. de Baugruben für die Häusergruppe Ecke Teck- und Hohenzollern straße, 3. den Angaben von O. Fraas über die Profile am Bahnein schnitt, 4. dem noch erhaltenen anstehenden Konglomerat nebe dem Geleise der Neckarbahn.

4—5 m Lößlehm und Löß. Von der Artilleriekaserne (7 m) gegen di Teckstraße (1 m) hin abnehmend.
5 m Sauerwasserkalk.
1 m Mammutlehm.
> 1 m Nagelfluhe im Zusammenhang mit den Schottern der heutige Talsohle.

Jenseits der Bahn liegen noch Aufschlüsse in plattigem Sauer wasserkalk. Das ganze Schichtenprofil scheint gegen den Exerzierplat hin leicht einzusinken. Ob der Abbruch gegen die tiefe, schotter belegte Flußebene hinaus ungefähr die Richtung eines alten Ein bruchs einhält, läßt sich nicht sagen. Die letzten klippenartige Vorsprünge der Terrassenfläche stehen jenseits der jetzigen Eisen bahnlinie und durch deren tiefen Einschnitt inselartig vom Seelberg plateau abgeschnitten, zeigen aber normal geschichtete Bänke

edenfalls hat der Anprall der Flußerosion die Abgrenzung der 'errassenmasse in ihrer heutigen Gestalt bewirkt. Im Exerzierplatzebiet und den angrenzenden Wiesenflächen dringen Sauerwasser in en Schottern empor und arbeiten diese zu Nagelfluhe um. Vom Geäusch derselben ist der Name Trommelwiesen und Trommelwiesenuelle zu verstehen.

Profil 13.

Im Hof hinter Lazarettstraße No. 45.

2 m fester, dickbankiger Sauerwasserkalk.
1 m lockerer, röhrenreicher Blätter, und Holzrestchen führender Sauerwasserkalk.
0,5 m bunter, verbackener Mammutlehm.
2 m Nagelfluhe.

Profil 14.

Hinter der Gasfabrik bei Gaisburg.

Abraum in wechselnder Mächtigkeit mit Blöcken, die zerstörten alten Hochschottern entstammen dürften.
1 m verschwemmtes Keupermaterial, rotbraun (cf. Mammutlehm).
1 m normaler, dichtgepackter Flußkies, meist Weißjura.
0,4 m Lage mit großen, gerundeten Blöcken.
5 m anstehender Keuper (Mergel).

Hierzu ist zu bemerken, daß weiter nördlich ein kleiner, in die Terrasse eingekerbter Bachriß über dem Keuperschutt (= Mammutlehm) anstehenden Sauerwasserkalk zeigt. So bildet hier auch die Terrasse von Gaisburg ein Gegenstück zur Kursaalterrasse und Altenburger Terrasse. Demnach reicht hier der Sauerwasserkalk, nur in höherer Lage, ähnlich weit flußaufwärts wie auf der rechten Talseite zwischen dem Stadtteil Cannstatt und der Vorstadt Untertürkheim.

Die Kanalisationsarbeiten in der Cannstatter Karlsstraße und Schillerstraße ergaben, daß in dem flachen, tiefer gelegenen Teil von Cannstatt der Untergrund aus viel alluvialem Schutt besteht, unter dem im ungefähren Niveau des heutigen Neckars zuweilen Schotter erscheinen, mitunter als Nagelfluhe verkittete Schotter, je nachdem solche geröllerfüllte Rinnen eines alten Flußlaufs oder Wasserarms durch aufsteigende Mineralquellen verfestigt wurden oder nicht. Wie sich, besonders in der unteren Schillerstraße, zeigte, ist das Talbecken teilweise ganz ausgefegt, so daß auf manchen Flächen die Gebäude direkt im „gewachsenen Boden“ d. h. im anstehenden Keuper fundiert sind.

Die Aufschlüsse für den Kursaalneubau wurden von Herrn Architekt Eitel der geologischen Landesanstalt freundlich zur Verfügung gestellt.

Dieselben zeigten durchweg eine Tiefe von 9—10 m, bevor das anstehende ältere Gebirge erreicht wurde. Die Diluvialmassen bestanden aus einem vielfachen Wechsel von Sauerwasserkalken mit Schlammschichten und Kiesstreifen.

Profil 15.

Neben dem großen Gasometer der Gasfabrik.

Abraum mit großen, aus der Lage versunkenen Sauerwasserkalkblöcken (cf. Altenburger Steige).

2 m verschwemmtes Keupermaterial. (cf. S. 35 Mammutlehm.)

3 m Flußschotter. Meist Weißjura, daneben Rätsandstein, Buntsandstein, Lias, Muschelkalk etc. in buntem Gewirre.

5 m anstehender Keuper.

Profil 16.

Auflässiger Bruch im Sauerwasserkalk. Westlich der Vorstadt Untertürkheim.

1,5 m Abraumschutt mit verschwemmtem Lößlehm, darin eingeschafft Flußgerölle von Weißjura.

0,2 m bröckelige Lage von Sauerwanerkalk.

0,3 m Kalksand (Tuffsand).

1 m Sauerwasserkalk.

Profil 17.

Anderer aufgelassener Steinbruch im Sauerwasserkalk, 100 m davon.

1,5 m Löß.

0,3 m Gehängeschutt.

0,5 m Tuffsand.

2 m geschichteter, lockerer Sauerwasserkalk.

2 m harter, dickbankiger Sauerwasserkalk.

Profil 18.

Im selben Steinbruch, jenseits der Auffüllmasse an der Hinterwand.

0,2 m lehmige, braune Masse. (Verschwemmter Lößlehm.)

2 m Löß.

0,8 m Keuperschutt.

0,2 m dunkelbraunes Band (= älterer Lößlehm?).

3 m Tuffsand.

Profil 19.

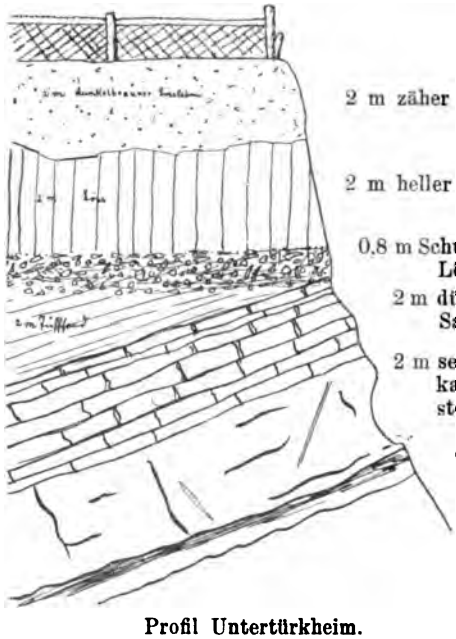
Größter Bruch westlich der Vorstadt Untertürkheim.

0,3 m braune Lehmmasse. (Umgeschwemmter Lößlehm.)
1 m Löß.
0,2 m dunkelbraunes Band (= älterer Lößlehm?).
0,8 m bröckeliger, sandiger Sauerwasserkalk.
4 m Sauerwasserkalk, porös geschichtet.
3 m harter, dickbankiger Sauerwasserkalk.

Im Winter 1907/08 ergaben sich wichtige Aufschlüsse an der Ecke Schillerstraße und Freiligrathstraße. Es stand dort, am jetzigen Kursaaleingang von diesen Straßen aus, Sauerwasserkalk an, über gering mächtigen Zwischenlagen (= Mammutlehm), unter denen Nagelfluhe folgte. Mit andern Worten, dasselbe Diluvialprofil, das entlang der Schillerstraße in ca. 150 m Entfernung (Ecke Teckstraße) 14 m tiefer liegt, ist hier anstehend zu sehen. Es liegt jedenfalls zwischen dort und hier abermals eine Störung, denn die Schichten jenes Profils streichen horizontal zutage aus und senken sich nicht etwa mit dem Gelände abwärts. Zugleich sei an die Nähe des Bahneinschnitts erinnert, in welchem E. Fraas postdiluviale Senkungen beobachtet hat. Die zwischenliegende Strecke verbirgt sich z. T. unter tiefem Lößlehm und Löß, wie Grabarbeiten in dem oberhalb der Freiligrathstraße gelegenen Teil der Schillerstraße erwiesen haben. Die ausstreichenden harten Lagen des Sauerwasserkalks sind noch zu sehen in Gestalt einiger, eben aus dem Schichtverband sich lösender Felsen, unter denen am Graben des Fußwegs noch Konglomerat hervorschaut. Jetzt (Sommer 1908) ist diese ganze Stelle vom Landschaftsgärtner zu einer kleinen Felspartie im Kursaalpark umgeschaffen und so werden jedenfalls die Sauerwasserkalke sichtbar bleiben. Auch die Nagelfluhe schaut neben dem Wege noch etwas hervor.

Weitere nennenswerte Aufschlüsse im Sauerwasserkalk sind die eben erwähnten alten Steinbrüche (cf. Profile 16, 17, 18, 19) nördlich der jetzigen Schillerstraße und die Brüche entlang der Cannstatt-Untertürkheimer Staatsstraße. Hier taucht der Sauerwasserkalk, der ohne Zusammenhang mit der Seelbergterrasse auftritt, fast bis aufs Niveau der heutigen Talschotter hinab, die indes in keinem der Brüche sichtbar werden. Dabei war an zwei Stellen ein sehr starkes Einfallen der Sauerwasserkalke gegen die Schurwaldspalte zu bemerken (bis zu 15°!). Über diese, in schräge Lage gekommenen Sauerwasserkalke ist eine Lehmmasse hergeschwemmt,

die wohl als umgeschwemmter älterer Lößlehm zu deuten ist. In sie eingeschafft fanden sich massenhaft Stücke aus dem Gehängeschutt des nahen Diebbachtales, darunter auch viele Geschiebe, welche zweifellos den dort lagernden Hochschottern (cf. S. 67 und S. 22) entnommen waren. Diese Lage von Schwemmlehm schließt nach oben mit einer horizontalen Erosionsgrenze ab, über welcher intakter jüngerer Löß beginnt. Also ist jener vorerwähnte diluviale Einbruch vielleicht noch jünger als der ältere Löß, aber älter als der jüngere Löß.



Profil Untertürkheim.

Noch auffallender sind aber die analogen Aufschlüsse bei Münster. Während auf der Ostseite des Tals das schöne, normale Diluvialprofil des Katzensteigles zu sehen war, greift auf der Westseite, z. B. am Westende des großen Viaduktes der Sauerwasserkalk bis ins Tal hinunter. Man gewinnt den Eindruck, daß zweifellos auch hier neuere Verwerfungen mitspielen. Schon der Gegensatz zu der Profilreihe der Altenburger Steige, welche derjenigen der Katzensteige genau analog ist, legt diesen Gedanken nahe. Allerdings ist nicht zu vergessen, daß die Cannstatter Bildungen ja nicht schematisch betrachtet und registriert werden dürfen. Alles ist immer durch Beobach-

:ung der Einwirkungen, die aus naher und nächster Umgebung kommen konnten, erklärbar und eine Bildung (z. B. ein Schuttstrom) kann hier vorhanden sein und in 100 m Entfernung gänzlich fehlen. Ein Schotter kann noch bis an eine bestimmte Stelle vordringen, in nächster Entfernung aber infolge einer alten Prallstelle spurlos verschwunden sein etc. etc. Dazu kommen Gehängesenkungen. Aber sofort ist zu sehen, daß rechts des Tals gegen den Viadukt hin und links desselben nördlich der Daimlerstraße das Profil Schotter-Mammutlehm-Kalktuff-Löß abspringt und nur mehr harte Kuppen von mächtigem wohlgeschichtetem Sauerwasserkalk unter der Lößdecke erscheinen. Die Frage, wie viel der Absatz der Sauerwasserkalke zur Sperrung des Tals, insbesondere der Ausmündung bei Münster beigetragen hat, wie weit der Verkittung der Schotter eine Verfestigung und Erhaltung derselben und damit einen weiteren Aufstau flußaufwärts bedingte, ist nicht zu beantworten. Nur das springt in die Augen, daß dieser merkwürdige außergewöhnlich mächtige Tuffabsatz bei Münster und oberhalb der Katzensteige nahe der großen Schurwaldverwerfung liegt, welche nach freundlicher Mitteilung des Herrn Professor Dr. E. Fraas unter dem großen Viadukt beim Fundieren der Pfeiler nachgewiesen wurde. Und ebenso liegen die letzten, isoliert auftretenden Sauerwasserkalke Untertürkheim zu immer entlang dieser tektonischen Linie! Es legt sich da sehr dringend der Verdacht nahe, daß diese Spalte es war, auf der die Sauerwasser ständig aufdrangen. Denn dadurch, daß hier die Schichten des Muschelkalks 60—80 m zu hoch liegen und neben Keuper anstehen, mußte schon beim plötzlichen Absetzen der schwer durchlässigen Lettenkohle und des Gipskeupers, die die empordringenden Wasser anderwärts zurückhielten, die gesamte Wassermenge hier aufquellen. Fast will diese Ansicht zur Gewißheit werden, wenn O. Fraas von 1857 berichtet, daß überall im Stuttgarter Tal unter der Lettenkohle die Wasser und die Kohlensäure („Bläser") erbohrt worden seien. Hier war die Auswaschung der unterlagernden Schichten besonders stark, daher sank auch das Diluvialprofil hier ein. Dadurch kamen die Terrassenschotter unter die Talsohle zu liegen. (Vergl. auch das Einfallen der Schichten des Sauerwasserkalks am Rande der Hügelkuppe nördlich von der Katzensteige!)

Ferner sei daran erinnert, daß auch das Stuttgarter Tal der Hauptsache nach nicht ein einfaches Erosionstal ist. Ein so kleiner Bach, wie der Nesenbach, hätte niemals ein solch weites

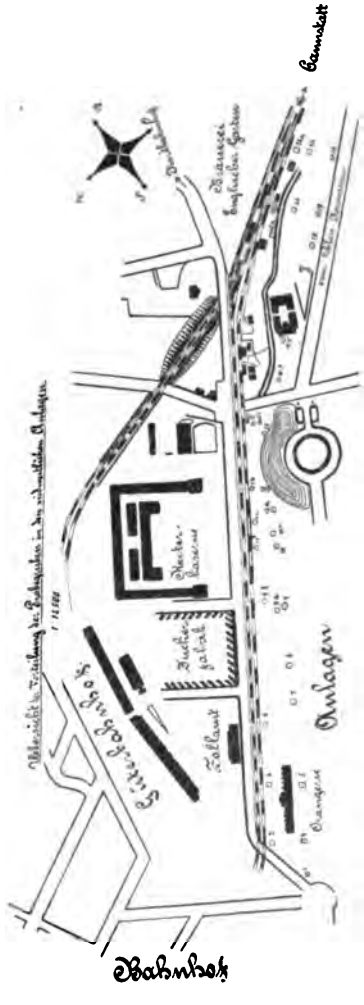
Becken geschaffen. Wie ein Profil in den Begleitworten zu Blatt Stuttgart klar zeigt, ist Stuttgarts Talkessel ein tektonischer Einbruch, ein Grabenbruch; die alten Schichten sind nicht lediglich entfernt und fortgespült, sondern eingesunken. Die Bruchlinien aber weisen in ihrem Verlauf gegen das Cannstatter Talbecken hin, in welchem sich demnach verschiedene Spaltenzüge treffen. Daher dringen gerade hier überall von der Tiefe her Mineralwasser und Kohlensäure empor. Auch den früher im Stuttgarter Tal sich ergießenden Mineralwassern hat wohl eine solche tektonische Störungslinie den Weg zum Licht gewiesen.

So lassen sich die sonst unbegreiflichen, besonders neben den Verwerfungslinien gefundenen, oft gegen die Verwerfung hin einfallenden (Münster, Untertürkheim!!) wohlgeschichteten Sauerwasserkalkmassen verstehen, besonders wenn man hinzunimmt, was alte historische Berichte erzählen. Denen zufolge sollen nämlich in der Umgebung der kleinen Stadt Cannstatt immer an denselben Stellen sich Quelltümpel gebildet haben, in welchen Mineralwasser aufbrodelten und Eisenocker und Kalksinter absetzten. Über den Spalten, über den Quellzügen waren dann immer solche Tümpel und Seen und so wuchs hier der Sauerwasserkalk auf und erreichte in so schön geschichtetem Aufbau, wie beispielsweise in den Münsterer Brüchen westlich neben dem Brückenkopf des Viadukts zu sehen ist, Mächtigkeiten bis zu 15 m, die er sonst, d. h. in den andern Profilen, niemals bekam. Im Gegensatz zu dem vereinzelten Sauerwasserkalkvorkommen, wie sie aus neuerer Zeit sich im Talbecken neben Alluvium finden (Gegend zwischen Eisenbahn und Wilhelmsplatz in Cannstatt, bei der Wilhelmsbrücke, vor dem Kursaal etc.). sind alle die hochgelegenen Sauerwasserkalke sowohl durch Funde diluvialer Fossilien als durch ihre Bedeckung mit primär gelagertem mächtigem älterem Löß als selbst diluvialen Alters gekennzeichnet.

Von größter Wichtigkeit wurden Aufschlüsse, welche im Herbst 1907, bezw. Frühjahr und Sommer 1908 im Zusammenhang mit dem gesamten Umbau des Stuttgarter Hauptbahnhofs im Bereich der oberen und unteren Anlagen geschaffen wurden.

Zunächst ergaben Grabungen zwischen Orangerie und Königstor nur einen Untergrund von verwittertem Keuper, bezw. schmierigem Tallehm mit eingeschafften Stücken von Keupergesteinen. Aber schon zwischen Orangerie und altem Hauptzollamt, ungefähr da, wo die von Cannstatt kommenden Züge vor dem Einfahrtssignal anzuhalten pflegen, zeigte ein Schacht von geringer Tiefe den richtigen,

plattig brechenden, porösen Sauerwasserkalk und lieferte Handstücke, wie sie schöner nicht am Sulzerrain auftreten. Darunter folgte leicht durch Sauerwasser verändertes Schwemmaterial von Keuper, wie ein wenig entfernter Schacht erkennen ließ. Weiter gegen die Anlagenseen hin kamen Schlamm und torfige Lager, ein Untergrund, der ursprünglich aus den von O. und E. Fraas für die nahe Umgebung bewiesenen Einbrüchen und den dort vorhanden gewesenen Seebecken zu erklären ist. Jedenfalls waren aber solche Seen und Sümpfe bis vor 100 Jahren noch dort, bis die Anlagen geschaffen wurden. Die interessantesten Befunde ergaben aber Schächte in dem südlichen Teil der unteren Anlagen. Dort ließ sich erkennen, daß 1. Torf und 2. Sauerwasserkalk Verbreitung erlangen. Zu oberst kamen erdig humose, wohl von Seen und Sümpfen neuerer Zeit stammende Lagen. Darunter folgte Sauerwasserkalk von geringer Mächtigkeit. Dieselbe war sehr porös, prächtig durchwachsen von fossilem Schilf und durchzogen von weiten Röhrenkanälen, deren Entstehung wohl auf Züge aufsteigender Kohlensäureblasen zurückgeht. Der unterliegende Torf zeigte dieselben Schilfreste, zahllose Schneckenschalen und ziemliche Mächtigkeit. Es lag sofort der Gedanke nahe, diese Gebilde als diluvial, wohl altdiluvial zu fassen infolge



1. der älteren Angaben in der Literatur. (cf. S. 15. 16. 18. 19.)
2. der Lagerung unter dem Sauerwasserkalk, dessen Absatz wohl in die zur Diluvialzeit stattgehabte Periode regster Thermaltätigkeit fällt.

In dankenswerter Weise wurden nun die von der Kgl. Eisen-

bahnbausektion aufgenommenen Profile der geologischen Landesanstalt zur Verfügung gestellt. Zunächst bestätigten die Probegruben im Bereich der Orangerie sämtliche Angaben älterer Autoren. (Vergl. S. 7. 11.) Probegrube 4 ergab:

0,3 m Humus.
0,7 m Aulehm.
1,0 m Sand } mit Stücken von Sauerwasserkalk.
1,0 m Letten }

Hierunter folgte Sauerwasserkalk, wie er im Handstück von den schönsten Cannstatter Fundstellen nicht besser zu bekommen ist. Es muß dies eine randliche Ausbuchtung des von O. Fraas (vergl. S. 18) nachgewiesenen Sauerwasserkalkbeckens in der Talmulde der Reiterkaserne und Zuckerfabrik (jetzige Geleiseanlagen) sein, denn schon die benachbarten Probegruben (No. 1, 3, 5, 6 u. 7) zeigen keinen Sauerwasserkalk, andere nur noch Spuren von ihm (No. 2). Erst bei No. 8 und ff. kam wieder Sauerwasserkalk zu Tag.

Dagegen beginnt von Probegrube 9 ab das Auftreten von Lagern von Faulschlamm, dem sich bald (9b) auch echte Torflager zugesellen. Sie erreichen rasch große Mächtigkeit. So ergab Bohrloch 9b folgendes Profil:

Diluvium.
- 0,3 m Humus.
- 3,7 m fester Lehm.
- 0,3 m Tuffsand.
- 1,5 m fester blauer } Letten (ähnlich dem Faulschlamm).
- 3,0 m fester grauer }
- 0,5 m Sauerwasserkalk (sandige Bank).
- 0,3 m loser weicher } Diluvialmergel.
- 3,0 m fester schwarzer }
- 4,4 m schwarze, torfige Masse mit gelben Adern.

Keuper.
- 0,2 m mittelfester Mergel.
- 1,0 m fester roter Mergel.

Bereits läßt sich erkennen, daß sowohl über als unter dem Sauerwasserkalk Faulschlammlager sich finden. Insbesondere zeigt sich auch, daß bei dem tieferen, älteren den Sauerwasserkalk unterlagernden Diluvialletten bereits echte Torfbildungen sich einschalten.

Mehrere der folgenden Profile (16a, 16d) geben Torf an.

Von größter Wichtigkeit ist Profil 16e, in der Nähe der Meierei, welches von Herrn Professor Dr. A. Sauer gemeinsam mit dem Verfasser besucht und genau aufgenommen wurde. Dabei wurde folgendes notiert:

0,40 m Humus.
1,90 m Gehängelehm.
0,06 m Torf.
2,45 m grünlicher Letten.
0,20 m Lage von Sauerwasserkalk, in Brocken aufgelöst.
0,60 m blauer Letten.
0,06 m Torf.
0,25 m Faulschlamm
1,90 m blauer Letten } in 7 m Tiefe ein Baumstamm.

In dem Auswurf dieser Grube wurden von Herrn Geyer roh bearbeitete Feuersteinmesser gefunden, die der Lettenschicht unter dem Sauerwasserkalk zu entstammen scheinen.

Probegrube 16f

ergab nach den Akten der Bahnverwaltung:

0,4 m Humus.
2,5 m roter Gehängelehm.
0,1 m Torf mit sehr porösem Tuffgebilde.
2,6 m grünlich-graue Lettenschicht.
0,4 m Sauerwasserkalk mit Steinen.
3,0 m fester blauer Letten.

Keupermergel.

Dies Profil wird aus dem benachbarten No. 18 und No. 20a zu erklären sein. (S. S. 44.)

Hier mag die Bemerkung Platz finden, daß die von v. Seyffer irrtümlich zum „Stuttgarter Diluvium“ gezogenen, als mehr oder weniger tiefgreifend entkalkte, Buntsandstein führende Neckarschotter erweislichen Mühlberggerölle neuestens (Ende 1908) bis in den Bahneinschnitt, zwischen dem kleinen Tunnel und der Wolframstraße aufgedeckt wurden. Das S. 27 bezeichnete Einbruchfeld ist erst nach Ablagerung dieser Schotter entstanden.

Die im Spätherbst 1908 begonnenen Grabarbeiten für den Neubau der Meierei ergaben für diese nahegelegene Örtlichkeit das Vorhandensein der jüngeren Faulschlammschicht, welche dort wie überall als nasse fettige Masse auftritt, im Gegensatz zu der infolge einst stattgehabter Austrocknung versteift gewordenen und so verbliebenen älteren Faulschlammschicht, d. h. den grauen, mit Torf versetzten Letten, welche unterhalb des Sauerwasserkalklagers obiger Profile sich finden. Die Fundamentierungsarbeiten der neuen Meiereigebäude legten eben noch diesen Sauerwasserkalk in Gestalt einer harten, mit dickwandigen Calcit-Röhren durchzogenen gelblichen Masse bloß. Wahrscheinlich folgen auch hier, d. h. in der Tiefe unter dem heutigen Talgrund, altdiluviale Torflager.

Von Probegrube 18 wurde von Herrn Professor Sauer gemeinsam mit dem Verf. folgendes Profil aufgenommen:

1,50 m Gehänge- u. Aulehm.
1,50 m Faulschlamm, stark humoser Boden.
1,00 m Sauerwasserkalk.
0,05 m schneckenreicher Faulschlamm.
1,00 m Sauerwasserkalk.
0,30 m Torf, schneckenreicher Faulschlamm.

Darunter: Blauer Letten mit Findlingen von Rätsandstein.

Der mit: „0,30 m Torf, schneckenreicher Faulschlamm" bezeichneten Schicht entstammt das von J. Stoller untersuchte Torfmaterial.

Die tiefsten Lagen stellen den Übergang der Schuttmassen des Stuttgarter Diluviums nach v. Seyffer in die ausgeschlämmten Lager der blauen Letten des Talgrunds dar. Noch sind Findlinge von Rätsandstein bis hierher gelangt. (Vergl. Profil 16f u. 20a.) Es ist derselbe Ausschwemmungsprozeß, der sich bei Cannstatt in den randlichen Profilen des Mammutlehmgebiets verfolgen läßt. Ein weiterer Hinweis auch auf die Altersstellung, die überdies auch hier durch die Überlagerung mit Sauerwasserkalk bestätigt wird.

Probegrube 18a lieferte:

0,90 m aufgefüllter Boden.
1,50 m Gehängelehm.
0,05 m Sauerwasserkalkbänkchen.
0,75 m Faulschlamm mit Abdrückem von fossilem Schilf.
0,75 m grauer diluvialer Letten.

Darunter: Bank von Sauerwasserkalk.

Probegrube 20a

zeigte zuunterst eine Lage von „Stuttgarter Diluvium". Feste Bänke im Stubensandstein spielen hier eine Rolle neben den reichlich vertretenen Rätsandsteinen.

Von Bohrloch 21

ergab sich folgendes Profil:

0,3 m Humus.
2,0 m Aulehm.
0,4 m Faulschlamm.
1,7 m Tuffsand.
3,2 m Diluvialletten (z. T. = alter Faulschlamm).
2,4 m Mergel.

Probegrube 22

lieferte:

1,30 m Humus.
0,70 m Lehm.
0,35 m Faulschlamm.
0,40 m Tuffsand.
0,65 m älterer Faulschlamm.
0,60 m Diluvialletten (alter Aulehm, z. T. = Faulschlamm).

Alle diese Profile im südlichen Teil der unteren Anlagen erwiesen demnach eine große Mächtigkeit des Diluvialprofils. Fast in allen erscheint zwischen dem älteren, mit echten Torflagern durchsetzten Faulschlamm und dem jüngeren Faulschlamm eingeschaltet echter Sauerwasserkalk. Die mit dem älteren Faulschlamm und dem Torf eng verknüpften Lagen der grauen Letten führen Lesestücke von Rätsandstein u. s. f. und gehen am Rand des flachen Beckens ins S. 14 besprochene „Stuttgarter Diluvium" v. Seyffers über. Die im Vergleich zum Nesenbach übertiefte Lage der mit Diluvialgebilden erfüllten Mulden des Untergrunds sind zweifellos auf Senkungserscheinungen, auf junge Einbrüche zurückzuführen. In den so entstandenen Seebecken setzte sich Faulschlamm ab, bis sie in Flachmoore übergingen. Später kam Absatz von Sauerwasserkalken; hierauf folgte — vielleicht infolge neuer Senkungen — wieder eine Zeit, in der sich Faulschlamm aufhäufte. Diese letzte Periode dauerte bis zur Gegenwart an. Erst mit Schaffung der Anlagen verschwanden die Sümpfe und Teiche, welche damals zwischen Stuttgart und dem Neckartal lagen.

Sehr wichtig aber ist stratigraphisch, daß hier tief im Untergrund der Talsohle des heutigen Nesenbachtals **alt**diluviale Massen ruhen.

Dürfen wir den älteren Angaben volles Vertrauen schenken, so muß der Torf der Stuttgart-Cannstatter Gegend aus altdiluvialen Perioden stammen, welche noch dem Pliocän nahestehen. Höchst dankenswert erschien deshalb eine genaue Bestimmung der organischen Reste dieser Torflager. Die Bearbeitung desselben wurde von den Herrn D. Geyer-Stuttgart (Fauna) und J. Stoller-Berlin (Flora) gütig übernommen.

Sofort ist klar, daß sich aus dem diluvialen Alter dieser Lager Schlüsse ziehen lassen auf das Alter der Schottermassen, welche seitlich vom Tal (Mühlberg, Rosenstein!) höher als das zwischen ihnen eingetiefte Tal mit seinen Torflagern anzutreffen sind.

Über den landschaftlichen Charakter dieser, wie vorerwähnt, durch Einsenkungen entstandenen kleinen Seebecken konnten die oben genannten Herrn auf Grund ihrer wissenschaftlichen Befunde genaue Angaben machen. (Vergl. S. 88. 89 und S. 90. 91.) In diese Weiher ergoß sich zeitweise auch Sauerwasser. Dies dürfte z. B. das Auftreten der — vergl. Stollers Ausführungen S. 74. 75 — *Zannichellia palustris*, forma *pedicellata* (sonst nur bei Kissingen vorkommend) erklären. Bewiesen wird das Zudringen des Mineralwassers durch den Absatz von Sauerwasserkalk. In allem Übrigen sei auf die Spezialbearbeitungen verwiesen. Weiter gegen Cannstatt hin gelegene Probeschächte ergaben wieder anstehenden Keuper, Verwitterungsboden desselben oder verschwemmten Lößlehm. Vielleicht liefern spätere Arbeiten am Rosensteinhügel wieder Aufschlüsse im „Stuttgarter Diluvium" oder in Terrassenschottern und geben Gelegenheit, die interessanten Beobachtungen von v. Seyffer und O. Fraas zu wiederholen.

III. Überblick über die Gliederung des Cannstatter Diluvialprofils und die örtliche Verbreitung der einzelnen Bildungen.

Aus obigen Ausführungen ergibt sich, daß im flachen Stuttgart-Cannstatter Talbecken vier verschiedene Glieder des Diluvialprofils zu unterscheiden sind:

1. Alter Gehängeschutt (= Stuttgarter Diluvium)

v. Seyffer's, entsprechend dem Cannstatter Mammutlehm und die Torflager. Diese Massen lagern in allen Teilen des Stuttgarter Talbeckens, welche der direkten Erosion der fließenden Wasserläufe entrückt und unmittelbare Überschüttung durch die stets von den Abhängen kommenden Verwitterungsmassen geschützt sind. Darunter zu verstehen ist der größte Teil der eben gelegenen Stadtgebiete, insbesondere auch die (z. T. unter Löß verborgene) Gegend zwischen der Cannstatter und der Ludwigsburger Bahnlinie und ein Teil der Hügelwelle im Rosensteinpark. Desgleichen zählen die Hauptmassen der Schuttvorlagen der Ostheim-Gablenberger Bucht und am Fuß der ins Neckartal ziehenden Berge zu diesen Bildungen, wie immer wieder gelegentliche Funde von Mammut etc. beweisen.

2. Die Terrassenschotter.

Dieselben ziehen von Gaisburg (schöne Terrassenbildung bei der Stuttgarter Gasfabrik!) zur Berger Kirche (auch der Park Villa Berg hat reichlich hohe Neckarschotter, wie neueste Aufschlüsse

im Winter 1907/08 erwiesen!). Sie setzen sich fort durch die Mulde, in welcher die Staatsstraße von Cannstatt nach Ludwigsburg zieht, und gehen (in guter Weise aufgeschlossen) am Abhang der dem Burgholz vorgelagerten Diluvialterrasse entlang. Nordöstlich vom Römerkastell (= neue Reiterkaserne) verschwinden sie. Auf dem rechten Ufer setzt das Band der Schotter westlich der Fabrikstraße ein, zieht empor (aufgeschlossen neben den Eßlinger Geleisen und an den Fußwegen rechts und links neben der Bahnüberführung über die Cannstatter Karlsstraße) gegen die Waiblingerstraße, die es einige Schritte unterhalb des Schnittpunkts mit der Olgastraße mit seiner Obergrenze überquert. Bis hierher besteht teilweise noch fortlaufender Zusammenhang zu den (Niederterrassen-) Schottern der Talsohle. Von jetzt ab schiebt sich jedoch zwischen diese und das höher rückende Terrassenkonglomerat die z. T. geröllfreie Talebene mit anstehendem Keuper. (So in der unteren Schillerstraße.) Die höheren Schotter ziehen von der Ecke Waiblingerstraße, Olgastraße querüber zum Sammelschulgebäude, von da über die Taubenheimstraße an den Steilhang des Sulzerrains, an dem sie in vielen Aufschlüssen prächtig zu sehen sind. Von da gehen sie zur Katzensteige, die sie nach Norden nur wenig zu überschreiten scheinen.

3. Der Cannstatter Mammutlehm.

Das Band des Mammutlehms kam überall zum Vorschein, wo die Grenze vom Terrassenschotter gegen den Sauerwasserkalk gut erschlossen war. (Vergl. Bemerkung auf der Tab. S. 68—69 unten.)

4. Die Sauerwasserkalke.

Dieselben treten im Nesenbachtal in der Gegend des Paulinenbergs erstmals in größerer Masse auf, scheinen sich sodann aber auf die Stadtseite westlich der Königstraße zu ziehen, wo sie bis in die Gegend der Kasernenstraße reichten. Offenbar war hier nie ein einheitlicher Sauerwassersee, sondern rannen nur Mineralquellen — auf irgend einer Verwerfungslinie aufdringend — in diesem Gebiet und strömten deren Wasser unter Absatz von Kalktuff den Abhang herab dem Nesenbach zu. Denn ein Mineralwassersee von solcher Höhe hätte sehr weit reichen müssen (cf. Rampold 1847!) und allerorts Strandlinien etc. hinterlassen in Gestalt von Kalkabsätzen. Dann tritt der Sauerwasserkalk namentlich in der großen Bucht zwischen Ludwigsburgerstraße, Wolframstraße,

Anlagen, altem Hauptbahnhof und Friedrichstraße in großen Lagern auf. (Vergl. die Berichte vom Bau der alten Reiterkaserne, vom Orangeriegebäude etc. u. s. die jetzigen Aufschlüsse im Frühjahr 1908.) Weiter ziehen die Sauerwasserabsätze vorwiegend in Gestalt loser Sande und sehr poröser Platten durchs Stöckachgebiet, um gegen die Ausmündung des Nesenbachs hin zu verschwinden.

Die Sauerwasserkalke des Cannstatter Beckens treten zunächst, entsprechend alten Quellpunkten, bei Untertürkheim nahe dem Zuge der Schurwaldspalte hervor. Sie setzen erneut ein und erreichen große Verbreitung auf der großen Terrassenfläche, die vom Seelberg zur Katzensteige zieht. Hier scheinen aber mindestens zwei ungleich hohe Platten zu liegen, die eine östlich und südlich vom Kursaal gegen den Seelberg und die Bahn hin. Die andere ist von ihr deutlich durch Verwerfungen abgetrennt, die in der Gegend der Schillerstraße, Taubenheimstraße und Freiligrathstraße verlaufen und die Waiblingerstraße überqueren müssen. Jenseits dieser Bruchlinien treten auf einmal sogar die zu unterst liegenden Nagelfluhen wieder hervor (Ecke Schiller-Freiligrathstraße) und über ihnen folgt dies ganze System der Sauerwasserkalke in erhöhter Lage und nimmt die Fläche zwischen oberem Kursaal und Remsbahn ein. Aber auch diese im wesentlichen stehen gebliebene Scholle ist schon von postdiluvialen, tektonischen Störungen durchschnitten (vergl. Profil von E. Fraas). Im ganzen lagert sie ziemlich horizontal. Auf dem linken Neckarufer treten Sauerwasserkalke erst nordöstlich der Cannstatt-Ludwigsburger Staatsstraße hervor und dann bildet die Terrassenkante der Altenburger Steige das genau entsprechende Gegenstück zur Terrasse des Sulzerrains. Der gewaltige Sauerwasserkalkstock von Münster einerseits und dem Felshügel nordwestlich der Katzensteige andrerseits muß sicher ganz für sich gefaßt werden und ist wahrscheinlich durch eine SW.—NO. laufende Verwerfung vom Gebiet des normalen Diluvialprofils (Sulzerrain, Altenburger Steige) getrennt. Ferner sei auf die unter tiefem Löß verborgenen Sauerwasserkalke des Diluvialplateaus von Münster und auf die unter der Wilhelma erbohrten Sauerwasserkalke hingewiesen und erwähnt, daß jüngere Absätze von Sauerwasserkalk im ausgetieften Talgebiet (beim Bahnhof Cannstatt) stattgefunden haben. Den Münsterer und Sulzerrain-Sauerwasserkalken genau entsprechend sind diejenigen zwischen der Gaisburger Gasfabrik und Berg.

Beiläufig sei erwähnt, daß die Sauerwasserkalke, wenigstens die massigen harten Bänke desselben, als Bausteine eine reichliche

Verwendung finden, wie viele Gebäude, nicht bloß im Stadtteil Cannstatt selbst, sondern auch in Alt-Stuttgart zeigen. Die dicken, plattigen Lagen liefern geschätzte Einfassungssteine für Trottoirs und werden weithin versandt. Die porösen, in verschiedengestalteten Brocken und Schollen brechenden Lagen sucht der Landschaftsgärtner als beliebtes Material für künstliche Felsgruppen, Wegeinfassungen u. s. f. Sie begegnen dem Beschauer in allen Stuttgarter Parkanlagen und in sehr vielen Privatgärten. Auch in andern Städten Württembergs (Ulm, Heilbronn, Reutlingen, Gmünd), selbst in Augsburg und München trifft man Cannstatter Steine verwendet. Auch zum Unterbau chaussierter Straßen ist der Sauerwasserkalk im gesamten Stuttgarter Stadtgebiet samt weiterer Umgebung sehr gesucht.

Zu erwähnen sind noch:

5. Die jüngeren, nur zum Teil noch diluvialen, zum Teil schon alluvialen Gebilde.

Hierher gehören die jüngeren Gehängeschuttmassen im Stuttgarter Tal, die kleinen Schuttkegel am Ausgange der Nebentäler, der wenig mächtige Schutt, der in der Mitte des Cannstatter Beckens liegt und ein Teil der Schotter des Neckartals selbst, deren Hauptmasse allerdings noch der diluvialen Niederterrasse entspricht. Ferner zählt hierher der verschwemmte Lößlehm.

6. Löß und Lößlehm.

Diese Massen lagern auf den beiden großen Diluvialterrassen, sowohl der vor dem Burgholz hinziehenden (Staigfriedhof-Münster), als der von der Katzensteige zum Exerzierplatz verlaufenden. In besonderer Mächtigkeit finden sie sich diesseits in unmittelbaren, vor westlichen Winden schützenden Windschatten des Hügelkamms vom Burgholzhof, jenseits in der Gegend der Ebitzäcker, wo z. B. im Gebiet der Artilleriekaserne 6 m tiefe Grabungen nichts anderes ans Licht brachten. Außerdem im ganzen Gebiet der Gesamtgemeinde Stuttgart, wo Abdeckung vor Westwind durch die Geländeformen des anstoßenden Keupergebirgs in ausreichender Weise gegeben ist.

Am schönsten ist die fast einer Schneewächte jenseits eines Grates im Hochgebirge zu vergleichende Lößmasse, welche als weit-

hin im Gelände sichtbare, „schräggeböschte“ Masse hinter dem südnördlich ziehenden Hügelwall, der die windgeschützte Terrassenlandschaft von Cannstatt und Münster von den offenen windigen Fluren von Zuffenhausen und Zazenhausen scheidet. Der Gürtel prächtiger Obstgüter macht namentlich zur Zeit der Baumblüte die Lößvorlage weithin bestens erkennbar.

Es würde zu weit führen, alle die zahlreichen Profile der umgebenden Lößlandschaft (Alt-Stuttgart, Fellbach, Waiblingen, Neustadt, Hegnach, Schmiden) ausführlich zu behandeln. Doch sei ausdrücklich betont, daß in den meisten derselben eine Gliederung des Lösses deutlich zu erkennen ist. Dies gilt namentlich auch von einigen Aufschlüssen, deren Lößprofil von den Sauerwasserkalken unterlagert ist (Katzensteige). Dabei greift die Sauerwasserkalkbildung, bezw. die verändernde Tätigkeit des aufsteigenden Sauerwassers in den vollständig erhaltenen Profilen noch in den Löß hinein. (Vergl. Profil 7.) Mehr talwärts gelegene Brüche aber zeigen oft eine unregelmäßige, durch starke Erosion geschaffene Oberfläche der Sauerwasserkalke, oft ganze, diluviale Talrisse mitten durch sie hindurchgegraben; dieselben wurden hernach wieder eingeebnet durch Ausfüllung mit ungeschwemmtem älterem Lößlehm.

Über das Ganze her lagerte sich dann in einheitlicher ebener Fläche der jüngere Löß, der an seiner Oberfläche in neuerer Zeit selbst wieder verlehmt ist zu jüngerem Lößlehm. Zwischen der Vorstadt Untertürkheim und der Remstalbahn scheint über den Sauerwasserkalken außer wenigem, mit Schutt vermengten Verwitterungsresten von älterem umgelagertem Lößlehm nur noch jüngerer Löß und Lößlehm zu liegen. Überall gewinnt man den Eindruck, daß nach der Ablagerung des älteren Lösses ein großer klimatischer Umschwung eingetreten ist. Es muß eine Zeit reicher Niederschläge und infolgedessen recht kräftiger Erosion gewesen sein, in welcher das Tal sich weiter eintiefte, in welcher dem immer tiefer fließenden Flusse von den Hügeln her die Gewässer mit verstärktem Fall zueilten. Sie kerbten sich diese kleine Tälchen, Bachrinnen, in den Terrassen ein und brachten Schutt vom Keupergehänge ins Haupttal. Der ältere Löß wurde an den rundlichen Partien abgeschwemmt und füllte zum Teil die kleinen Erosionstälchen wieder aus. Weiter bergwärts blieb er zwar in seiner Lagerung, verlehmte aber tief hinab. Dann folgte der Rückschlag von der feuchten Zeit zur trockenen, von der Verlehmung der alten

zur Anhäufung neuer Staubmassen. So begann der Absatz des jüngeren Lösses, der sich je nach den Fortschritten der vorhergegangenen Erosions- und Verlehmungszeit entweder über oberflächlich verlehmten älteren Löß (Münster), oder über mit Schutt vermengte umgelagerte Massen älteren Lößlehms (Untertürkheim), oder direkt über angewitterte Sauerwasserkalke (Schillerstraße bei der Teckstraße in Cannstatt) lagerte. Von der Beschaffenheit in mineralogischer Beziehung sei nur so viel erwähnt, daß der verlehmende Löß bei Cannstatt sich überaus reich zeigte an kugelrunden bis erbsengroßen Konkretionen von kristallinem, reinem Kalzit. Dieselben waren radialstrahlig aufgebaut. (Vergl. hierzu S. 32.)

So stellt sich die Gesamtheit der Diluvialgebilde im Grunde des Cannstatter Talbeckens dar als einteilbar in die Diluvialmassen des Alt-Stuttgarter Tals und in diejenigen der Cannstatter Bucht. Letztere zerfallen in drei Diluvialterrassen, nämlich:

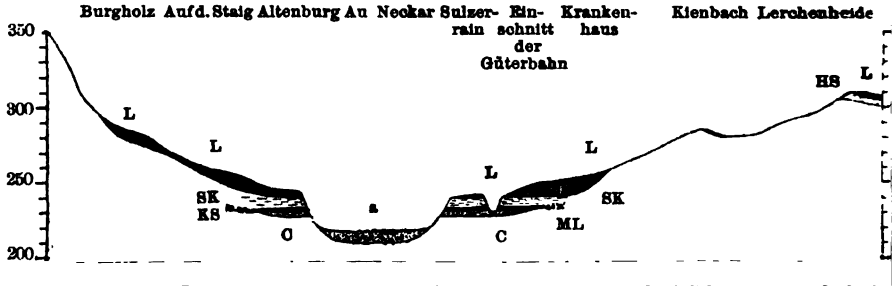
1. Die Gaisburg (Ostheim)-Berger Terrasse, welche bei Gaisburg noch als einfache Schotterterrasse entwickelt ist, auf der sich aber bei der Gasfabrik auch Mammutlehm, Sauerwasserkalk und Löß einstellen, so daß sie gegen die Villa Berg hin dasselbe Profil zeigt, wie die beiden andern Terrassenstücke dies sind.

2. Die Terrassen vom Neckar, zu welcher die Altenburger Steige führt und die „Altenburger Terrasse“ genannt sei. Ihr gehören die Aufschlüsse der Haldenstraße und die von Münster an. Während bei der Haldenstraße noch das normale Cannstatter Profil zu sehen ist, scheinen Mammutlehm und Terrassenschotter gegen Münster hin eingebrochen und unter das Niveau der heutigen Talsohle gekommen zu sein. Daher sind dort nur die ausnehmend mächtigen wohlgeschichteten Sauerwasserkalke zu sehen, welche — gänzlich geröllefrei! — vom Talgrund aus anstehen bis zur Hochfläche. Zeitweise scheinen sie gegen die Schurwaldverwerfung hin einzufallen, was ja erklärlich ist bei der oben (vergl. S. 39) besprochenen Annahme, daß es gerade diese Linie war, auf der die unterirdisch das Gebirge zerstörenden Wasser hervordrangen.

3. Die Sulzerrainterrasse, östlich vom Neckar.

Zu ihr gehört das reich erschlossene von der Lazarettstraße zur Katzensteige ziehende Schotter-Mammutlehm-Sauerwasserkalk-Lößgebiet. Sie zerfällt in zwei, durch diluviale Verwerfungen getrennte, ungleich hoch gelegene Tafeln,

deren eine höhere, von der Katzensteige zum obern Kursaal und von da östlich der Freiligrathstraße zur Waiblingerstraße reicht. Die tiefere umfaßt den vorderen Teil des Sulzerrains und geht über Taubenheimstraße, Schillerstraße, Olgastraße zur Fabrikstraße und der Kgl. Wagenwerkstätte. Auf ihr liegen die neuen industriereichen Teile von Cannstatt, sie umfaßt auch das Gebiet der Artilleriekaserne, des Uffkirchhofs und des Seelbergs. Indem bei der Katzensteige das normale Profil beim Durchstrich der Schurwaldspalte plötzlich abspringt und ein Einsetzen von reinen Sauerwasserkalkbänken erfolgt, bildet sie auch hiermit auf ihrem nördlichen



Profil durch das Cannstatter Talbecken von WNW nach OSO, vom Bahnhof zur Lerchenheide. Maßstab für Höhe 1 : 5000; für Länge 1 : 50 000.

a = Schotter der heutigen Talsohle, C = Conglomerat der Terrassenschotter, KS = Schuttströme von Keupermaterial, Ml = Mammutlehm, SK = Sauerwasserkalk, L = Lösse und Löß-lehm, ungegliedert, HS = Höchstgelegene Schotter des Fellbacher Höhenrandes.

Flügel ein Gegenstück zur Altenburger Terrasse und hat Teil an der vom Neckar durchschnittenen Barre, dem eingesunkenen Wall von hartem, geröllefreien Sauerwasserkalk, der das Gebiet des Stuttgart-Cannstatter Diluviums gegen das Unterland hin abschließt.

Die Sauerwasserkalke entlang dem Durchstreichen der Schurwaldspalte Untertürkheim könnten jünger sein. Sie sind, den gegenwärtigen Aufschlüssen nach zu urteilen, nur mehr vom jüngeren Löß überdeckt. Aber sie scheinen vorher dislociert worden zu sein, indem ihre Lager gegen die Verwerfung hin stellenweis eingebrochen sind. Diese Einbrüche sind offenbar vor der Erosionsperiode, also nach dem Absatz des **älteren** Lösses erfolgt. An einem Punkt waren ja die Schichtköpfe in jener Rekurrenzzeit ganz eben abgearbeitet und über diese Denudationsfläche her Gehängeschutt geworfen, auf welchem in horizontaler Lagerung jüngerer Löß folgt. (S. Profil S. 38.) Entsprechend den hier östlich, d. h. bergeinwärts hinuntergeneigten, eingesunkenen Schollen zeigt jenseits der Schur-

waldverwerfung der anstehende Muschelkalk schwere Zerrüttung, zugleich ein ebenfalls gegen die Verwerfung, also westlich, talwärts gerichtetes Einfallen der einsinkenden Schichten. Auch auf den Zerrüttungsklüften aber dürfte Sauerwasser eingedrungen sein, denn sie stecken zum Teil voll gelbbrauner ockeriger Massen.

Es haben sich nach vorstehendem sowohl die Diluvialmassen des Alt-Stuttgarter Talgrunds als auch diejenigen der Cannstatter Talbucht als ineinandergreifende Bildungen erwiesen. Um so mehr als auch der Sauerwasserkalk, dessen Absatz heute in Alt-Stuttgart aufgehört hat, in früheren Zeiten auch hier sich bildete. Bemerkenswerterweise schaltete sich seine Ablagerung genau entsprechend den Cannstatter Sauerwasserkalklagen in die Reihenfolge der Diluvialgebilde ein, so daß von einer Zeit reichlichsten Absatzes, von einem Höhepunkt der thermalen Quellentätigkeit gesprochen werden kann.

IV. Überblick über das Diluvium des Neckartals im allgemeinen und Einreihung des Cannstatter Profils in dessen Einteilung.

Durch die Arbeiten von Koken über schwäbisches Diluvium, denen sich die Behandlung speziell des Neckardiluviums durch zwei Dissertationen für die Strecken von Horb bis Altenburg OA. Tübingen (J. Stoller 1900) und Altenburg-Plochingen (M. Bräuhäuser 1904) anschloß, wurde erwiesen, daß im benachbarten Neckargebiet im großen und ganzen eine einheitliche Gliederung der Diluvialmassen möglich ist. Ihre beste Bestätigung findet diese Annahme dadurch, daß die grundlegend wichtige Bearbeitung des Diluviums im unteren, dem Rheintal nahen Neckargebiet durch A. Sauer über die diluvialen Flußschotter in den Hauptsachen dasselbe festgestellt hat, was die späteren Arbeiten für die württembergischen Neckarterrassen fanden.

Es lassen sich unterscheiden:

1. Schotter des Talgrunds und der niedersten Terrassen. Jünger als Löß.[1]

[1] Nach einer mündlichen Mitteilung von A. Sauer setzen die Dünenbildungen auf der Niederterrasse der Mittelrheinebene, die durch aeolische Aufbereitung von Nord bezw. Nordwest her entstanden sind (Kantengeschiebe auf der Oberfläche der Niederterrassenschotter südlich von Frankfurt a. M.) das Vorhandensein eines jungen Löß auf der Niederterrasse im südlichen Rheintalgebiet voraus. Dieser Löß ist auch nachgewiesen und der einzige wirklich postglaziale Löß im Sinne Sauers, den wir nur im Rheintalgebiet, aber nicht bei uns vertreten haben. Wenn hier von jüngerm Löß die Rede ist, verstehen wir darunter immer die jüngere Stufe des auf der Hochterrasse liegenden Löß.

2. Schotter der Neckarhochterrasse (=Mittelterrasse Bräuhäusers), zuletzt in ihren obersten Teilen in Wechsellagerung mit älterem Löß und bedeckt mit älterem und jüngerem Löß und Lößlehm.
3. Hochgelegene Terrassenzüge und Flußschotter. Vom überlagernden Löß durch eine scharfe Erosionsgrenze getrennt. Älter als Löß.

1. Niederterrasse. Hierzu gehören die Schotter im Bereiche des Talgrunds. Sie sind im ganzen Neckargebiet zusammengesetzt aus Material aller anstehenden Schichten vom Hauptkonglomerat des Buntsandsteins bis zum Weißjura ζ. War das Geschiebematerial des Neckars bis gegen Rottweil hin triassisch, so bringen seine Zuflüsse des auf der Strecke Rottweil-Plochingen, also entlang des Albtraufs solch ungeheure Mengen von jurassischen Geröllen, vorwiegend aus dem Weißjura, daß diese fortan die Hauptmasse aller Geschiebe ausmachen. Da aber im Kampf ums Dasein immer die chemisch und physisch widerstandsfähigen länger aushalten, reichert sich das Gesamtmaterial mit ihnen stark an, so daß ihr relativer Anteil an der Schotterzusammensetzung schließlich in gar keinem Verhältnis mehr steht zu der Fläche, die ihre Heimatschicht im Einzugsgebiet des Flußlaufs einnimmt. (Dies gilt ganz besonders bei Schottern, welche einer Entkalkung unterlagen, cf. „Hochschotter!“) Bei den Talschottern ist dies allerdings nirgends der Fall, immerhin treten z. B. bei Plochingen, Altbach-Deizisau, Wangen, Cannstatt, Aldingen und Neckarrems Geschiebe von Rätsandstein und Buntsandstein deutlich hervor. So wurde z. B. bei einer neuen Straßenanlage, welche die Stadt Stuttgart im Stadtteil Cannstatt vornehmen ließ, lauter große Geschiebe aus Neckardiluvium als Einschlag benützt. Ein Anschlagen ergab, daß fast alle diese Rollstücke Rätsandsteine waren!

2. Die interessanteste, aber am schwierigsten zu deutende Terrasse ist diejenige, deren jüngste, oberste Schotterlagen mit älterem Löß in Wechsellagerung treten. Denn es ist damit immer noch eine ganz offene Frage, welchem Zeitraum im Diluvium die Geschiebemassen dieser Stufe gleichzusetzen ist, insbesondere aber ob sie selbst ganz einheitlich gefaßt werden darf, wie dies 1904 im Kirchheimer Diluvium der Fall schien (5. die Arbeit von Bräuhäuser S. 85) oder ob nicht ihre tiefen Lagen ganz anderen Alters sind, als ihre oberen. Denn hier müßte zuerst Klarheit geschaffen sein darüber, wie diese Geröllmassen in ihre heutige Lagerung ge-

kommen sind. Daß sie, wie die auf weiten Hochflächen, gewissermaßen von der Erosion vergessen ruhenden höchsten Schotter eine Marke abgeben für eine bestimmte Austiefung des Tals in das anstehende Schichtensystem hinab, ist kaum anzunehmen, sind doch ihre basalen Massen oft (Mittelstadt bei Pliezhausen, Kirchheim, Eßlingen, Cannstatt, Aldingen) noch im Zusammenhang mit den Schottern der heutigen Talsohle! Es sind also Reste einer Auffüllmasse. Aber wie hoch wurde das Tal eingefüllt? Über der betreffenden Terrasse finden sich in wenig größerer Höhe ältere Schotter (Burg Liebenau bei Neckartailfingen, Unterer Mühlberg bei Stuttgart). Stellt nun die „Mittelterrasse" der Kirchheimer Gegend Neckarhochterrasse ein Rückzugsstadium einer älteren höheren Auffüllung vor oder erzählt sie von einer eigenen neuen Erhöhung des Talgrunds nach vorheriger Ausräumung der älteren Geschiebemassen?

Hier ist für unsere Gegend das erstere aus allgemeinen Gründen das Wahrscheinlichere, da die zweite Annahme sich auf Theorien gründet, nämlich auf Analogien in Fluvioglazialgebieten, deren Diluvialgebilde aber immer aus der dort wirkenden, übermächtigen Hauptsache, der Nähe einer vorrückenden oder zurückweichenden abschmelzenden Inlandeismasse erklärt werden müssen. Mit diesen, ihren Randseen, Schmelzwasserströmen und ihrem reichliche Schotter liefernden Moränenmaterial hat das mittelschwäbische Diluvium nichts zu tun, nur die allgemeinen, im Alpenvorland so charakteristisch nachweisbaren klimatischen Schwankungen haben auch für Mittelschwaben und sein Diluvium eingewirkt. Denn sicher entspricht solchen Veränderungen auch bei uns der Wechsel von Aufschüttung und Erosion, von trockenen Perioden und niederschlagsreichen Zeiten. Aber ob hier, wo wärmere Zeiten nicht zugleich Zeiten reichlich strömender, erosionskräftiger Schmelzwasser vom Eisrand her waren, der Rhythmus von Akkumulation und Erosion der gleiche war, ist doch damit noch nicht gesagt. Dann darf aber auch nicht ohne weiteres die Oberschwäbische Hochterrasse mit der mittelschwäbischen gleichgesetzt werden. Allerdings spricht eine andere Erwägung doch sehr hierfür. Nach der einleuchtenden Ausführung, die A. Sauer in seiner Arbeit über „Die klimatischen Verhältnisse während der Eiszeit mit Rücksicht auf die Lößbildung" gibt, waren die Zeiten der weitgreifenden Vereisungen, die Glazialperioden, klimatisch charakterisiert durch stetigen, auf dem Inlandeis lagernden Hochdruck, von dem ins eisfreie Gebiet trockene Winde wehten. In den Interglazialzeiten aber konnten feuchte Westwinde eindringen. So

werden diese zu Zeiten reicherer Niederschläge und damit zu Perioden starker Flußtätigkeit, reger Erosion. Damit scheint möglich, daß der Umschwung von Akkumulation zur Erosion, die Schaffung hervortretender Terrassen, d. h. deren Formung in Oberschwaben und im nördlich der Alb gelegenen Mittelschwaben gleichzeitig erfolgte. Die Geländeformen der Terrassen wurden wohl zur gleichen Zeit geschaffen. So kann der zur Vermeidung einer vorweggenommenen Parallelisierung geschaffene Ausdruck Mittelterrasse fürs Neckargebiet aufgegeben und durch die Bezeichnung Neckarhochterrasse ersetzt werden. Diese Neckarhochterrasse müßte also gleichzeitig mit der oberschwäbischen Hochterrasse geformt worden sein. Der Niederterrasse Oberschwabens entsprechen damit unsere tiefen Talschotter!

Aber mit alledem ist über das ursprüngliche Alter der tief in der Neckarhochterrasse lagernden Schotter noch gar nichts weiter gesagt, als daß sie älter, wahrscheinlich sogar viel älter sind als die Zeit des beginnenden Interglazials nach der Haupteiszeit. Es fragt sich nur, ob nicht irgendwo ein Hiatus nachweisbar ist, der Schotter solcher geringen relativen Erhebung über den heutigen Talgrund als viel älter als älteren Löß, und damit als viel älter als die mit diesem in Wechsellagerung tretenden obersten Schotter derselben Neckarhochterrasse erweist. Solcher Punkte aber scheinen sich nach bisher vorliegenden Beobachtungen im Neckargebiet drei zu finden. Der erste ist der klassische Diluvialpunkt Mauer auf dem badischen Blatt Neckargemünd, der zweite Endersbach im Remstal, der dritte dürfte Cannstatt selbst werden.

Bezüglich Mauer vergleiche die für die Diluvialforschung im unteren Neckargebiet wichtige Bearbeitung durch A. Sauer, von der nur erwähnt sei, daß sich dort eine zur Diluvialzeit vorhanden gewesene Neckarschlinge ins heutige Elsenztal hinein erkennen läßt. Die alten, *Elephas antiquus* und *Rhin. etruscus* führenden Neckarkiese und -sande (Mauerer Sande) — durch ihr Geschiebematerial von Sauer zweifellos als alte Neckaraufschüttungen nachgewiesen — werden von jüngeren, mitteldiluvialen Elsenzschottern überlagert, die mit dem Löß in Verbindung treten. Es liegt, wie Profile und Text der Begleitworte zu Blatt Neckargemünd zeigen, eine scharfe, zeitliche Trennung zwischen diesen beiden Schottermassen vor.

Von entscheidender Bedeutung ist, daß für Mauer auch auf Grund des fossilen Materials eine Zeitbestimmung möglich ist. In

der eingangs erwähnten Arbeit von W. v. Reichenau über die Carnivoren aus den Sanden von Mauer und Mosbach sagt der Verfasser: „Die Fauna von Mauer-Mosbach zählt zu jenen Faunen, welche Schritt für Schritt vom Tertiär zum Diluvium hinüberleiten. Will man das Eiszeitschema auf sie anwenden, so müßte sie mit Interglazial I bezeichnet werden, wie auch bereits öfters geschehen. Betrachtet man die Fauna in ihrem Konnex mit den verwandten Faunen, so drängt sich eine solch messerscharfe Scheidung keineswegs auf. Wie in Frankreich macht sich ein langsamer Wechsel in der Säugetierwelt bemerkbar und zwar in der Hauptsache ein solcher durch Zurückweichen und Ausdehnen der Arten, in sehr geringem Grade auch ein solcher auf dem Entwicklungswege, doch mag für das Erkennen des letzteren unser Wissen noch zu unvollständig sein.

Nach dem geologischen Alter reihen sich die Faunen wie folgt:

1. Typus von Montpellier, von Perpignan usw.
2. Typus von Perrier (untere Schichten), von Asti, Valdarno usw.
3. Typus von St. Prest, von Perrier (obere Schichten), des Forestbeds usw.

Zu letzterem Typus und zwar zu einem noch jüngeren, besser zu einem

4. Typus gehört die Fauna von Mauer-Mosbach und Süßenborn.

Hiermit ist bewiesen, was A. Sauer schon aus den stratigraphischen Verhältnissen erkannt und stets vertreten hatte, nämlich daß die Maurer Sande und Neckarschotter altdiluvial und von den sie diskordant überlagernden jüngeren Bildungen zeitlich scharf zu trennen sind. Diese Beobachtungen und die sie bestätigende paläontologische Bearbeitung sind für Cannstatt, Endersbach und überhaupt fürs ganze Neckargebiet zur Vergleichung von größter Wichtigkeit, weil damit auch für wenig hoch gelegene Terrassenschotter ein hohes, ein frühdiluviales Alter sich ergeben hat.

Es sei hier aber ausdrücklich betont, daß mit den vorstehenden Ausführungen nur die mittelschwäbischen Gegenden gemeint waren, hinsichtlich des Neckartals der Mittellauf und Unterlauf bis gegen Heidelberg hin. Die Frage, wie sich die oben besprochenen Terrassenstufen dieser Talstrecke zu denen des oberen und obersten Neckarlaufs verhalten, sei vollständig offen gelassen. Bei jedem Fluß kann ja der Wechsel der Aufschüttung und Ausräumung in bezug

auf die Höhe bezw. Tiefe an verschiedenen Stellen (Oberlauf im Gebirge, Mittellauf im Hügelland, Unterlauf im Flachland) verschieden gewesen sein und sich im Berglande selbst je nach der Talweite der Formung des anstehenden älteren Gebirgs und den Gefällsverhältnissen verschieden gestaltet haben. Hier aber handelt es sich nicht nur um topographisch, sondern auch um — bis zum heutigen Tag — klimatisch verschiedene Gebiete. Denn der Oberlauf des Neckars liegt bis nahe vor Rottweil im Schwarzwaldgebiet. Außer reichlicheren Niederschlagsmengen sind hier auch infolge der Meereshöhe von 6—700 m anders geartete klimatische Verhältnisse als im warmen Mittelschwaben. Hier kann sich während der Diluvialzeit der Wechsel der klimatischen Verhältnisse ganz anders geäußert haben. Auch lag diese Gegend etwas anders zur isolierten alpinen Inlandeismasse, die vorstehend als Kern eines Hochdruckgebiets aufgefaßt ist. Bei der Ablenkung (im Sinn des Uhrzeigers), welche die von dort ins umliegende Land abströmenden Winde erleiden mußten, kamen sie hier mehr von Westen (Nähe der Burgunder Pforte!) und waren beim Auftreffen aufs Schwarzwaldgebirge wärmer und feuchter, wie denn die Glazialgebiete selber nach Koken u. a. während der Glazialepochen gewiß gerade Zeiten reichster Niederschläge hatten. Für unser Mittelschwaben, das zwischen dem Nordende der alpinen Eismassen und dem Südrand des polararktischen-skandinavisch norddeutschen Inlandeises lag, braucht das nicht der Fall gewesen zu sein, da hier eindringenden westlichen Winden nordöstlich, vom Rand des norddeutschen Eises herströmende Luftmassen entgegenwirken konnten, die entsprechend dem Umfang der dortigen kalten Gebiete sehr mächtig waren.

Außerdem liegt zwischen jener Gegend des oberen Neckars und Cannstatt die Flußstrecke, welche bez. Materialzufuhr die wichtigste im Neckartal ist, nämlich die Flußstrecke entlang dem Albtrauf.

Im Neckartal selbst, wo es sich immer nur um Neckarschotter gehandelt hat, die in den verschiedensten Perioden des Diluviums stets die gleiche Zusammensetzung hatten, kann eine solche zeitliche Verschiedenheit unter den verschiedenen Stufen einer Terrassenschottermasse aus durchweg gleichartigem Geschiebematerial ganz verschwinden, es sei denn, daß entweder eine deutliche Trennung der Lage von Resten des *Elephas antiquus* und des *Elephas primigenius* möglich ist, daß ältere entkalkte und jüngere nicht entkalkte Rollmassen übereinanderliegen, oder daß sonstige Zwischenlagerungen sich zwischen die Schotter mit *Elephas antiquus* und

den Löß einschieben, welche eine zwischenliegende Zeit beweisen, während an den meisten Profilen nur Schottermassen einheitlich zusammenlagern, deren oberste Teile in Wechsellagerung mit Löß treten, was dann zur gemeinsamen Einreihung in eine relativ junge Zeit veranlaßt. Eine solch trennende Zwischenlage ist gegenüber der Lößzeit bei Cannstatt in den Tuffen gegeben. Beim Mühlberg bei Stuttgart dagegen fällt auf, daß die vom Neckartal ins Nesenbachtal hineingedrungenen (cf. Mauer!) Terrassenschotter stark entkalkt sind, was bei den im Flußtal selbst lagernden, ungefähr gleichhoch gelegenen Geschiebemassen nicht der Fall ist.

3. Hochgelegene Terrassenzüge und Flußschotter. Schon im flußaufwärts gelegenen Teile des Neckartals fehlt es nicht an Terrassenschottern, welche 80—100 m über dem heutigen Flußniveau liegen. Ebensolche finden sich über Cannstatt auf der Fellbacher Höhe. In der 1904 erschienenen Arbeit über „Die Diluvialbildungen der Kirchheimer Gegend" für das Neckartal von Plochingen bis Kirchentellinsfurt, in der Arbeit über „Die alten Flußschotter im Oberen Neckartale" (1901) für die Strecke von Kirchentellinsfurt bis Horb sind diese Hochschotter ausführlich behandelt unter Aufzählung von Aufschlüssen. Es handelt sich durchweg um verschieden hohe Bildungen, in denen Fossilien ganz fehlen. Was für die Kirchheimer Gegend bewiesen werden kann, nämlich daß die Oberflächengestaltung schon zu Beginn der Diluvialzeit im wesentlichen dieselbe war, wie jetzt, ist schon vorher für die Neckargemünder Gegend einwandfrei bewiesen gewesen durch A. Sauer. Seitdem ist die geologische Landesaufnahme in verschiedenen Teilen des württembergischen Schwarzwalds zu ähnlichen Resultaten gelangt (Gegend zwischen oberer Nagold und Enz, Schiltachtal, Kinzigtal). (cf. Begleitworte in Blatt Altensteig S. 45 und Blatt Simmersfeld S. 35.) Auch für Cannstatt gilt dasselbe. (Vergl. S. 17.) Damit wurde wahrscheinlich, daß namentlich die höchsten Schotterreste der Kirchheimer Gegend, die Spaltenausfüllungen der Hochalb und deren Bohnerzlehme ins Tertiär gehören. Eine neuestens (1908) erschienene Dissertation von Weiger, hat für diese letztgenannten Bildungen vollgültige Beweise eines tertiären Alters geliefert.

Für die Einreihung des Cannstatter Diluviums in den Zug der Diluvialterrassen des Neckargebiets müssen demnach Profile der weiteren Umgebung Cannstatts maßgebend sein, welche die Strecke Plochingen-(Cannstatt-)Neckarrems zeigt.

Profile der Neckarhochterrasse. („Mittelterrasse".)

Dieselbe zeigt sich andeutungsweise bei Altbach-Deizisau und bei Zell unterhalb Plochingen. In typischer Form erscheint sie bei Obereßlingen und zieht von da zum Eßlinger Friedhof, dessen Gräber von der kleinen, beim Kriegerdenkmal aufsetzenden Terrasse ab aufwärts stets prächtige Gerölle zutage fördern. Auch am Sträßchen von Eßlingen nach Hegensberg sind, besonders an der Abzweigungsstelle des Fußwegs zum Lenaudenkmal, die Terrassnnschotter zu beobachten. Bei Obereßlingen ergab sich folgendes Profil:

0,30 m rotes und grünes Schwemmaterial aus Keuper.
1 m dicht gepackter Flußkies.
0,20 m Bank von Kalkkonkretionen.
0,40 m Flußsand mit Kiesstreifen.

Besonders interessant ist hier die beginnende Entkalkung der Schotter, welche zur Ausscheidung einer ganz harten, aus lauter zusammengewachsenen braunen Konkretionen bestehenden kalkigen Lage über dem Flußsand geführt hat. Die noch zum Teil auseinanderbrechenden Konkretionen haben im einzelnen Stück vollständig den Charakter und das Aussehen von Lößkindeln. Der verschwemmte Keuperschutt dürfte dem Cannstatter Mammutlehm entsprechen.

Profil einer Grube auf Obereßlinger Markung gegen den Eßlinger Friedhof hin.

Zu ergänzen: Löß. (In der Nähe erschlossen.)

1 m Flußkies mit Lagen von sehr großen Geschieben.
0,5 m anstehender Sandstein. } Anstehender Keuper.
Weicher Stubensandstein. }

Dann entschwindet die Terrasse, um als ebenso typische Bildung wieder bei Gaisburg aufzutreten. Dort aber lagert sich bald mammutlehmartiges Keuperschwemmaterial darüber und trägt sodann eine Decke von Sauerwasserkalk. So tritt hier tatsächlich die Neckarhochterrasse ins Cannstatter Becken ein, um hier der Untergrund für Mammutlehm und Sauerwasserkalk zu werden, die sich zwischen ihre Schotter und den Löß einschieben!

Zu nennen sind nun die Aufschlüsse im Stuttgarter Mühlberg. In einer die Neckarhochterrasse überragenden Höhe liegt hier dicht gepackt ein wirres Haufwerk fast ganz entkalkter Schotter, die aber durch reichliches Material von Rätsandstein und Buntsandstein,

sowie durch wohlgerollte Flußkiesel unzweifelhaft als alte Neckarschotter sich kundgeben. Während aber bei Obereßlingen die Entkalkung erst begonnen hat, ist sie hier bei den von der Flußerosion gewissermaßen vergessenen, ins Nebental hineingedrungenen Schottern viel weiter fortgeschritten. Unterhalb Cannstatt, in dem von steilen Felswänden eingeengten Riegel bei Münster fehlen Terrassenansätze. Sie kehren aber wieder, sobald das Tal sich weitet. Hier liegen, unter Löß, an der Hofener Straße Neckarhochterrassenschotter, die aber noch — wie am Sulzerrain — zu einer harten Nagelfluhe verbacken sind.

Weiter flußabwärts zeigen sich hübsche Terrassen bei Aldingen.

Profil zwischen Mühlhausen und Aldingen.

2 m Löß.
0,3 m roter Keuperschutt (= Mammutlehm).
1 m Flußkies.
1 m grober Flußkies mit viel Buntsandstein und großen Rollstücken.

Anstehender *Nodosus*-Kalk.

Schon aus diesen Profilen dürfte hervorgehen, daß es einfach die von Stoller und Bräuhäuser beschriebene Neckarhochterrasse ist, welche im Cannstatter Talbecken, wie in jeder größeren Talweitung (Eßlingen, Hofen, Aldingen) auftritt, deren Gerölle aber von Mammutlehm überschwemmt und mit hoch sich auflagernden Sauerwasserkalken überschichtet wurden. So wurden diese Gerölle nicht direkt von der Lößbildung eingedeckt, es gab keine Zeit, in der Hochfluten und Staubstürme eine Wechsellagerung oberster Geröllschichten des Cannstatter Conglomerats mit Löß bedingten. Die Schotter der Neckarhochterrasse, d. h. ihrer tiefen Lagen, entstammen auch bei Cannstatt einer viel älteren Zeit als der Löß. Vergleichsweise sei nochmals erwähnt, daß auch die Schotter unseres heutigen Talgrunds ihrer Hauptmasse nach und in ihren tieferen Lagen diluvial (= Niederterrasse) sind. Daß bei gelegentlichen Umlagerungen Artefakte, prähistorische und römische Fundstücke, desgleichen moderne Dinge (Rollstücke von Ziegelsteinen, Glas etc.) in die oberen Schichten der Talgrundschotter eingeschafft sind, beweist für die Gesamtheit der Talschotter ebensowenig ein rezentes Alter, als die Wechsellagerung der oben liegenden Geröllmassen mit Löß für die älteren Lagen der Neckarhochterrasse deren ursprüngliche Aufhäufung zur Lößzeit beweist.

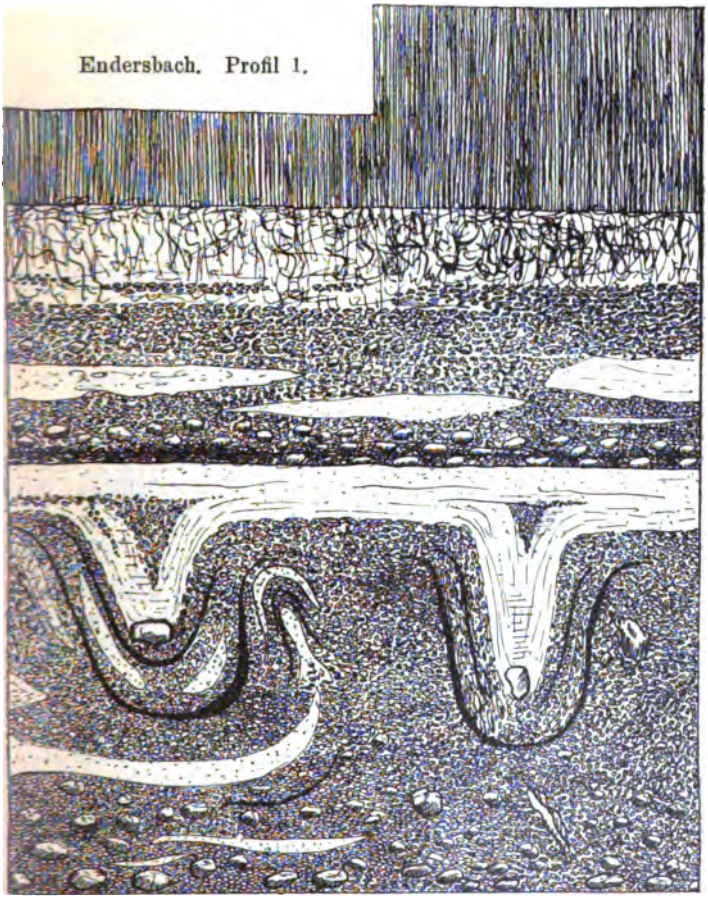
Es sei noch ein Aufschluß des nahen Remstals erwähnt, der zu ähnlichen Schlüssen führt. Dies sind die Kiesgruben bei Endersbach OA. Waiblingen.

Der Endersbacher Aufschluß. (Aufgenommen im Jahre 1904.) Die Bahn Waiblingen—Gmünd läuft vom Bahnhof Waiblingen gegen das Remstal über die sanft geneigten, teilweise von Löß eingedeckten Abhänge, die von der Fellbacher Hochfläche gegen die Rems hinunterziehen. Beim Bahnhof Endersbach liegt die Bahn (Schwellenhöhe 238,7) 15 m höher als die Rems, deren Niveau sich auf 223,8 m berechnet. Etwa 10 m höher liegt die lößbedeckte Kuppe, unter der sich das stattliche Dorf angesiedelt hat. Der Lößlehm und der Löß veranlaßten die Begründung einer Ziegelei, die sich mit der Gewinnung des reichen Materials befaßte. Bei einer Tiefe von etwa 10 m unter dem höchsten der Lößhöhe stieß man nun, eigentlich unerwartet, auf das Liegende des Lösses: Auf mächtige Schotter der Rems, die bis 15 m höher als der heutige Fluß am Berge lagen. Bei 4—5 m Tiefe war das Liegende, der Schotter, das anstehende Gebirge, noch nicht erreicht.

Das Auffallende an diesen Schottern ist nun, daß man es nicht mit einfachen, dachziegelartig gelagerten Schottermassen zu tun hat. Vielmehr steht man vor einem Gewirr von Schotterlagen, durchsetzt von Sandlagern, Tonschmitzen, feinen Kiesstreifen, all das von Schritt zu Schritt wechselnd. Eingesenkt in dieses unruhige Schottergetriebe viele, oft mehrere Meter tiefe geologische Orgeln, in deren Grund noch die Urheber dieser Strudelbildungen lagen: Große, schwere, gerundete Blöcke aus den Fleinslagen des Stubensandsteins.

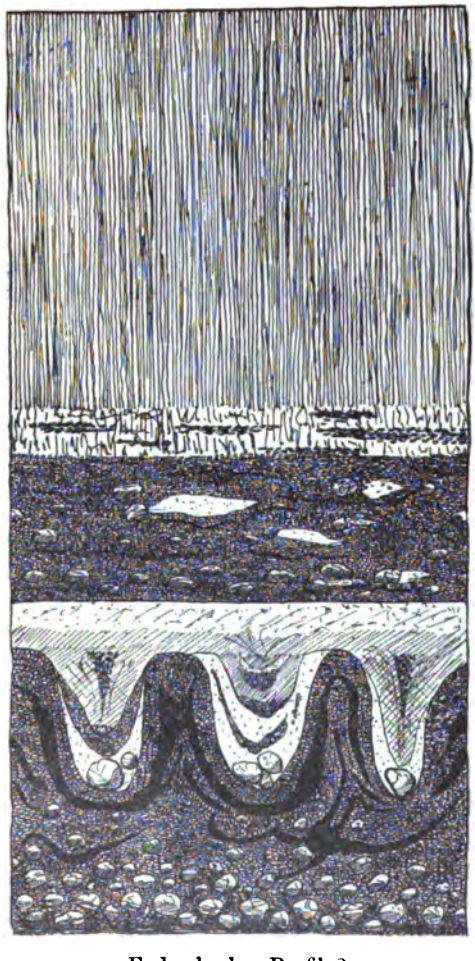
Die Füllmasse dieser geologischen Orgeln sind meist lockere, lehmige Sandmassen, voll zerdrückter Schneckenschalen, vielfach auch wohlerhaltene Schnecken (mehrfach *Helix fruticum*). Noch deutlicher wird diese wilde, durch Strudel und Wirbel verursachte Lagerung dadurch veranschaulicht, daß breite, schwarze Manganstreifen die Schotter bandartig durchziehen. Diese weithin auffallenden schwarzen Bänder erfahren eine Einsenkung unter den geologischen Orgeln; dadurch umrahmen sie dieselben und machen sie weithin sichtbar (vergl. Profile S. 63 u. 64). Von der Kraft der Wellenmassen, die dereinst hier darüber weggebraust und gestrudelt sind, legen auch die mehr als kopfgroßen, schweren Rollblöcke von Sandstein und Weißjura Zeugnis ab, die sich gar nicht selten darin vorfinden. Das Ganze gibt also das Bild einer Geröllmasse von gewaltiger Mächtigkeit, interessant durch ihre Lagerung hoch über dem jetzigen schwachen

Flüßchen, das solch große Geschiebe längst nicht mehr transportieren könnte; interessant durch ihre Lagerungsweise, die einen großen Fluß verrät, dessen reiche Wassermassen tosend und kochend, in Wirbeln und Strudeln da geflossen sind, wo heute ein freies, offenes



Tal mit kleinem ruhig hinfließendem Bach sich gebildet hat. Vielleicht, wahrscheinlich sogar, war gerade hier eine Prallstelle dieses Stroms der Diluvialzeit. Das Interessanteste aber sind die Einschlüsse der mehrfach genannten Strudeltrichter. Zusammengeschwemmt liegt in ihnen eine Detritusmasse, bald sandig, bald lehmig; die lagenweise sogar in Ton übergeht. Überraschend ist in diesem

letzteren Fall, daß dann die Tonmasse ganz genau dasselbe Aussehen annimmt, wie der aus grünlichem Keupertonschlamm bestehende Cannstatter Mammutlehm. Diese eigenartige, dort alten Schottern aufgelagerte Spül-



4 m Löß.

0,5 m zäher, roter Lehm mit Geröllstreifen.

1,5 m dicht gepackter, z. T. eisenschüssiger Flußkies mit Manganstreifen.

0,5 m dichter, sandiger Lehm, in den Strudeltrichtern grünliche Tonmassen, genau wie Cannstatter Mammutlehm aussehend.

Eisenschüssiger Flußkies mit vielen großen Geröllen (namentlich in den tieferen Lagen). Durchziehende breite, schwarze Manganstreifen.

Endersbach. Profil 2.

masse feinsten Tonschlamms findet sich also im benachbarten Remstal ganz ebenso wieder, aber hier als vom Kies umlagerter und überlagerter Tonstreifen inmitten der Flußabsätze. Was aber die Analogie aufs beste zeigt, ist das interessanteste Vergleichsmoment: Der streifenartig auftretende „Endersbacher Mammut-

lehm" hat *Elephas antiquus* geliefert. Allerdings, auch in den Schottern stecken Reste, oft, recht oft finden sich dieselben Knochen und Zähne hierin; erst im Sommer 1904 wurde in den oberen Lagen ein vollständiger, in Sand verpackter Zahn mit Kieferteil von *E. primigenius* gefunden, aber meist war gerade in den schlammerfüllten Strudellöchern das Material zusammengeführt. Beim Abgraben des Kieses lassen die Arbeiter die Füllmassen der geologischen Orgeln, weil lehmig oder tonig, oftmals stehen. Man sieht dann auf der ebenen, horizontalen Abgrabfläche noch tagelang eine Säule von tonigem Lehm frei herausgearbeitet dastehen und fast regelmäßig finden sich, wenn man sie anschlägt und angräbt, in ihrer Masse drinsteckend Knochenstücke und Stückchen von Zähnen, leider durch die Gewalt der Sande und Schotter treibenden Wellen zerschlagen und zerbrochen.

Beachtenswert ist, wie schon erwähnt, daß sowohl in den unteren als in den oberen Schottern Geschiebe nicht nur vorkommen, sondern sogar häufig sind, welche infolge ihrer Größe von der heutigen Rems nicht mehr gefördert werden könnten. Allerdings darf immer an transportstarke Hochwasser gedacht werden. Denn ihre großen Geschiebe führen unsere Flüsse auch heute nur periodenweise, ruckweise, beim Hochwasser weiter. Und zudem werden die Randpartieen des Talbeckens meist nur bei Hochfluten mit Geröll überworfen. Unsere Terrassen aber sind eben nur erhaltene Randpartieen der alten ausgefüllten Täler. Dennoch ist bekanntlich die Annahme berechtigt, daß in diluvialer Zeit unsere Gewässer periodenweise wechselnd stark und in diesem Wechselspiel zeitweise auch sehr viel transportkräftiger waren als jetzt.

Unter der ganz gleichförmigen Masse des mächtigen Lößes zeigt sich zunächst stets eine, sicher geschwemmte Masse von rotem, zähem Lehm, bereits durchzogen von Geröllstreifen, von denen einer eine besondere Mächtigkeit aufweist. Nach unten folgt eine reich mit Geröllen durchzogene Lehmzone, die unvermerkt in ein meterhohes Band dicht gepackter, teilweise sehr eisenschüssiger, von schwarzen Manganstreifen durchzogener Schotter überleitet. Eisenrostige Sandlagen durchziehen die Geschiebemassen, in denen z. T. sehr große kantengerundete Stücke lagern. Unter den, meist unten angehäuften, schweren Geschieben fanden sich auch schöne Kieselhölzer aus dem Stubensandstein. Vereinzelt ergab die Nachsuchung auch Knochenstücke von großen Säugetieren, u. a. ein Zahnfragment von *Elephas primigenius*.

War nun bei den Profilen von Obereßlingen, Gaisburg, Aldingen eine Lage von verschwemmtem Keupermaterial nachweisbar, die bei Gaisburg unter den Sauerwasserkalk einstreichend, durch dieses Verhalten stratigraphisch als Äquivalent des Mammutlehms nachweisbar war, so legt sich der Gedanke nahe, auch hier bei Endersbach unter Bezugnahme auf die in den zwei Profilen festgehaltene, die Geröllmassen horizontal durchziehende Ton- und Sandschicht die Schotter zu teilen in ältere, tiefere, über dieser die allgemeine Verschlämmung vom Gehänge aus in der Entstehungszeit des Cannstatter Mammutlehms herging, dann kamen nach dieser Zwischenzeit die später abgelagerten, jüngeren Kiese, herbeigebracht von Wassern, welche in die unterliegenden älteren Schotter mit Hilfe der sich drehenden großen Steine die Strudellöcher einwühlten, in denen sich mammuthlemartiges feines Schlämmaterial einlagerte. So käme ein scharfer zeitlicher Schnitt heraus zwischen den älteren Schottern unten und den (nach der Mammutlehmzeit) entstandenen jüngeren Kiesen, deren obere Lagen mit Löß wechsellagern. Dies ist also dieselbe Trennungszeit, welche in Cannstatt durch den Mammutlehm und die Sauerwasserkalke, in Mauer durch die Erosionsgrenze der Neckarkiese und der Elsenzschotter vertreten ist.

Diese Beobachtungen wurden im Jahre 1904 gemacht. Leider ist seitdem der Aufschluß nicht mehr so schön, da die Hauptmasse der Kiese, welche damals unter dem Löß hervorkamen, seitdem ausgeschachtet und als geschätztes Material für Beton fortgeführt wurde. Immerhin wird bei der günstigen Lage (Geleisanschluß vom Bahnhof her) immer wieder auch Kies ausgeschaufelt, so daß wenigstens das Vorhandensein der Remskiese zu sehen blieb. Vielleicht bringt die Ziegelei gegenüber der großen Schule in Waiblingen später die Möglichkeit, die Endersbacher Lagerungsbeobachtungen zu wiederholen. Die dortigen Lehmgruben haben an einer Stelle bereits Terrassenschotter bloßgelegt, welcher dem Endersbacher entspricht, aber viel sandiger zu sein scheint. Weiter ist bei der Kleinheit dieses Aufschlusses bisher nicht zu sagen.

Die hohen Schotter.

Die Hochschotter greifen über die flachgeneigte Südostecke der Filderplatte hoch hinweg. Die geologische Karte (1 : 50000) Blatt Kirchheim verzeichnet sie bis zum Zollberg bei Eßlingen. Im Gebiet von Cannstatt aber greifen sie über die ganze Fläche hinweg,

welche Neckar- und Remstal trennt. Steigt man auf der Landstraße nach Waiblingen empor bis zur Höhe der Stuttgarter Stadtdirektionsgrenze nahezu 100 m über dem Neckarspiegel, so öffnet sich der Blick auf die Berge des Remstals über die Fellbach—Schmidener Hochfläche hinweg. Auf dieser liegen an vielen Stellen, meist von Lößlehm und Löß verdeckt, reichliche Flußschotter. Gleich das dort, neben der alten Linde stehende Haus hat bei seiner Kellergrabung typische, gerundete Flußgerölle, die meisten mehr als kopfgroß, zutage gefördert. Geht man den noch auf Stuttgarter Stadtgebiet nach dem Memberg und der Lerchenheide führenden Feldweg entlang, so begegnet man immer wieder Geröll, bis einige auf Keupermergel — die zur Weinbergmelioration gegraben werden — angelegte Gruben in der Lerchenheide prächtige Aufschlüsse schaffen, in denen mächtige Lagen von Geröllen, auch vielen schweren, kantigen Geschiebestücken von Rätsandstein und Stubensandstein zu sehen sind. Eine kleine Erhebung, welche mit 317,1 m höher liegt, als die Fläche der Fellbach—Schmidener Ebene, ist ausschließlich aufgebaut aus den Schutt- und Geröllmassen, welche, völlig entkalkt, unter dünner Lößlehmdecke stecken, wenn sie nicht nach deren Entfernung direkt auswittern können. Besonderes Interesse verdient auch der obere Teil des Diebbachtals, das dort eingesenkt ist in eine Lage von hohen Schottern, die genau bei Kurve 300 m auf der linken Bachseite eine planeben abgestrichene Terrasse bilden, an deren scharfgeschnittenem Rand kleine Aufschlüsse zeigen, daß sie aus tadellos gerollten, aber ganz entkalkten Flußschottern besteht. Dies ist einer der interessantesten Punkte unter allen Vorkommen hoher Schotter. Aber diese selbst reihen sich bestens in den Zug der hohen Schotter ein, die von der Rottweiler Gegend her über Sulz, Horb, Schwalldorf Kalkweil, Hirschau, Riedern, Kirchentellinsfurt, Nürtinger Galgenberg, Eßlinger Zollberg gegen die altberühmten Punkte der Hochschotter von Bietigheim—Besigheim hinlaufen. Erwähnt seien auch ungefähr entsprechende Gerölle hoch über der Rems bei Hegnach. (Am Ausgang von Hegnach z. Z. erschlossen!)

Blickt man aber von den 90—100 m über der Sohle des breiten Stuttgart—Cannstatter Tals liegenden Hochschottern hinab in dieses und erwägt, welche ungeheure Raummassen erodiert sein müssen seit der Ablagerung dieser Gerölle, sieht 70—80 m tiefer unter sich die als mittelaltdiluvial nachweisbaren ca. 20 m über dem nahen Fluß liegenden Diluvialterassen des Sulzerrains, so muß die

Überzeugung Platz greifen, daß ein verhältnismäßig sehr kleiner Zeitraum zwischen deren Bildung und der Jetztzeit liegt im Vergleich zu dem Altersunterschied, der zwischen diesen tiefen Terrassen und den Hochschottern anzunehmen ist. Deren Alter ist sicher ein tertiäres; in welche Phase der Tertiärzeit sie aber gehören, können nur Fossilfunde lehren. Sollten diese aber ein recht weit ins Tertiär zurückreichendes erweisen, so wäre das im besten Einklang mit den stratigraphischen Verhältnissen. Dieselbe Vermutung legte sich auch auswärts bei den hohen Schottern nahe. (Kirchheimer Gegend.)

Demnach gliedert sich Cannstatt dem allgemeinen System der Diluvialbildungen des übrigen Neckargebiets leicht ein.

Die Terrassenschotter, die „Nagelfluhe" entsprechen den alten, unteren Lagen der Neckarhochterrasse = den unteren Kiesen von Endersbach = den **Neckar**schottern im Elsenztal bei Mauer. Die Überschüttung derselben mit jüngeren unterblieb infolge der Hochlage der sich vorher absetzenden Sauerwasserkalke. Der Mammutlehm entspricht den Schutt- und Schwemmassen des Keupergebirges, welche z. B. das Eßlinger, Endersbacher, Gaisburger und Aldinger Profil zeigen. Die Sauerwasserkalke entsprechen einer Zeit älter als der ältere Löß, aber bis zu seiner Ablagerung hinreichend, d. h. etwa den Ablagerungen der jüngeren Schotter der Neckarhochterrasse von Endersbach und den **Elsenz**kiesen von Mauer.

Demnach stellen Mammutlehm und ein Teil der Sauerwasserkalke dieselbe Zwischenzeit dar, welche sich bei Mauer durch die scharfe Grenze der Neckar- und Elsenzschotter ausspricht und die, allerdings verwischt, auch aus dem übereinander hergelagerten allerdings gleichartig zusammengesetzten Remsschottern von Endersbach ersehen werden kann.

Dagegen entstammen die Schotter der heutigen Talsohle und damit auch die ihnen eng verbundenen, im jetzigen Talgrund abgesetzten jüngsten Sauerwasserkalke (z. B. die vor dem Kursaalgebäude und die am Wilhelmsplatz nachweisbaren) späten Perioden, welche von der Niederterrassenzeit bis zur Jetztzeit reichen.

Übersicht der Einreihung des Cannstatter Diluvialprofils in die Gliederung der Diluvialbildungen des übrigen Neckargebietes.

Oberes Neckartal.	Cannstatt.	Unteres Remstal.	Unteres Neckartal.
Lößlehm und Löß.	Jüngerer Lößlehm. Jüngerer Löß. Älterer Lößlehm. Älterer Löß.	Jüngerer Lößlehm. Jüngerer Löß. Älterer Lößlehm. Älterer Löß.	Jüngerer Lößlehm. Jüngerer Löß. Älterer Lößlehm. Älterer Löß.
Obere Lagen der Neckarhochterrasse, wechsellagernd mit Löß.	Sauerwasserkalke.	Obere Lagen der Remshochterrasse, wechsellagernd mit älterem Löß.	Elsenzgerölle von Mauer im Wechsel mit älterem Löß.
	Mammutlehm und Schuttströme von Keupermaterial am Rande des Talbeckens.	Lehmig-sandige Zwischenlagen im Endersbacher Profil.	Trennung, Erosionsgrenze zwischen Neckarschottern und Elsenzkies bei Mauer.
Tiefere Lagen der Neckarhochterrasse.	Konglomerat der Terrassenschotter. Mühlbergschotter.	Tiefere Lagen der Schotter im Endersbacher Profil.	Neckarkiese im Profil von Mauer.
	Sehr große zeitliche Trennung.		
Hochschotter von Kalkweil, Neckartailfingen, Eßlinger Zollberg.	Hochschotter der Lerchenheide.	Hochschotter der Rems bei Hegnach.	Hochschotter der Gundelsheimer Gegend, Tone vom Schrambiegel und höchstgelegene Buntsandsteinschotter von Wiesenbach. (Bl. Neckargmünd.)

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die Bildung des mächtigen Gehängeschuttes der Stuttgart-Cannstatter Gegend geht zum Teil bis zu altdiluvialen Zeiten zurück.
2. Die Torflager der unteren Anlagen haben nach Geyer und Stoller an Pflanzen- und Tierresten Formen ergeben, welche der Nachbarschaft heute fehlen.
3. Diese Torflager sind in Seebecken entstanden.

deren Entstehung zum Teil aus jungen Einbrüch des älteren Gebirgsgrundes zu erklären ist.

4. Der Mammutlehm ist ein Ausschwemmungsprodu aus Material, das von den Keupergehängen herz kam. (O. und E. Fraas.) Er hat ebenso wie d Gehängeschutt prächtiges Material von dil vialen Säugetieren geliefert.
5. Die Sauerwasserkalke sind — abgesehen von vere zelten Punkten, wo ihr Absatz fortdauert — über der v Mammutlehm eingedeckten, durch Auffüllung e höhten Schotterfläche des diluvialen Neckartals en standen infolge der zahlreichen Mineralwasse quellen. Sie führen zum Teil diluviale Fossilrest insbesondere Pflanzenabdrücke. Sie sind jünger a die unterlagernden Schotter (mit *Elephas antiqu* und älter als der ältere Löß.
6. Der Löß zeigt im Stuttgart-Cannstatter Talgebi eine deutliche Gliederung. Man kann unte scheiden: Älteren Löß, älteren Lößlehm, jüngere Löß, jüngeren Lößlehm.
7. Die Cannstatter Diluvialbildungen lassen sic in die Gliederung des Neckardiluviums einreihe da der bestens verfolgbare Schotterzug de Neckarhochterrasse (= Kirchheimer „Mittel terrasse") das Cannstatter Tal durchläuft, wo er al „Nagelfluhe" die Basis für Mammutlehm und Sauer wasserkalke abgibt. Diese Schotter dürften zu sammen mit den Geröllen im Mühlberg ursprüng lich aus derselben Auffüllungsperiode stammen in welcher die Neckarschotter ins Elsenztal vo Mauer vordrangen. Sie sind sicher schon i altdiluvialer Zeit an ihre jetzige Stelle ge kommen. Die Festlegung späterer Epochen al Zeit der **Formung** der jetzt sichtbaren Terrasse ändert nichts an diesem Schluß, der im beste Einklang steht mit der Beobachtung, daß die al diluvialen Torflager der Anlagen sich im Talgrun des Nesenbachtals finden, welches dort scho bedeutend eingetieft ist unterhalb der Hügelwell des Mühlbergs, den jene alten Schotter bedecken

8. Die sonst diesen Schottern auflagernden, in derselben Terrasse auftretenden, gleichartigen Geröllmassen, welche zuletzt durch Wechsellagerung mit älterem Löß den Anschluß an dessen Zeit herstellen, fehlen im Cannstatter Tal (keine Auffüllung infolge der diluvialen Einbrüche bei Münster?). Sie sind vertreten durch die Sauerwasserkalke.
9. Zwischen den älteren Schottern (*Elephas antiquus*) und den darüber liegenden, meist im selben Profil zusammen auftretenden, mit Löß wechsellagernden Geröllmassen der Neckarhochterrasse muß ein scharfer zeitlicher Schnitt liegen, der durch die besonderen Verhältnisse in den Profilen von Mauer, Endersbach (zurzeit nicht mehr gut erschlossen), und Cannstatt der Beobachtung erreichbar wird.
10. Die gute Erhaltung der Terrassenschotter bei Cannstatt und die Ausbildung der modellartigen Terrassenflächen erklärt sich aus der Überdeckung der Schotter durch die Sauerwasserkalke und die Verkittung der Gerölle durch die aufsteigenden Mineralwasser.
11. Die Quellentätigkeit scheint sowohl in Alt-Stuttgart wie in Cannstatt mit den Verwerfungslinien des Gebirgs in engem Zusammenhang zu stehen. (Vergl. Fraas.) Besonders zu beachten ist, daß die Hauptmasse der Sauerwasserkalke oben an der Katzensteige quellkuppenartig über der Schurwaldspalte liegt, sowie daß zur Diluvialzeit gegen Untertürkheim hier weitere Quellpunkte auf der Spaltenlinie vorhanden waren. (Sauerwasserkalke östlich vom Güterbahnhof.)
12. Im Stuttgart-Cannstatter Gebiet sind **diluviale** zum Teil bis zur Jetztzeit fortdauernde **Einsenkungen, Einbrüche des unterlagernden triassischen Gebirgs** durch Mitverwerfung des Diluvialprofils **sicher nachweisbar.** (Vergl. E. Fraas.)
13. Diese Einbrüche erklären sich aus der unterirdischen Gebirgszerstörung durch die kohlensauren Wasser (vergl. O. Fraas). Über deren Tätigkeit erwähnt der „Führer durch Stuttgart“ (1906): Die Sauerquellen spenden in jeder Sekunde eine Menge von 218 l, d. h. täg-

lich 188000 l und liefern in 24 Stunden 1200 Zentner fester Bestandteile. Die vorgenannten Einsenkungsbewegungen wurden wohl meist durch allgemeine tektonische Erschütterungen ausgelöst. (Einwirkung des Lissaboner Erdbebens s. Oberamtsbeschreibung.)

14. Die Oberflächengestaltung der Stuttgart-Cannstatter Gegend war schon zu Beginn der Diluvialzeit im wesentlichen dieselbe wie jetzt. Die Ausbildung des Neckartals, auch dessen tiefer Einschnitt in den Muschelkalk unterhalb Münster fällt in die erosionskräftigen, feuchten und warmen Perioden des Tertiärs.
15. Daraus ergibt sich für die hoch über dem Talgrund mit seinen niedrigen Diluvialterrassen auf dem Rand der Fellbacher Höhe liegenden Hochschotter ein sicher tertiäres, wahrscheinlich sogar **recht weit ins Tertiär hineinreichendes Alter.**
16. Die Schotter im Stuttgarter Mühlberg haben sich als echte, **buntsandsteinführende,** nur oberflächlich verwitterte und entkalkte **Neckargerölle** erwiesen. Bis zur Höhe von 252 m herauf überdecken sie die dortige Terrassenfläche. Auffallend sind die überaus zahlreichen, unförmlich grossen, meist kaum kantengerundeten Blöcke von Stubensandstein und Rhätsandstein (vergl. v. Seyffer) die zwischen den **wohlgerundeten** kleineren Geröllen stecken. Diese Neckargeschiebe liessen sich bis in den Bahneinschnitt zwischen dem kleinen Tunnel und der Wolframstraße verfolgen. Talaufwärts, in dem **übertieften Einbruchsfeld** — Reiterkaserne, Güterbahnhof, Anlagen — fehlen sie, bezw. finden sich nur mehr einzelne Gerölle **unter dem ältesten, tiefsten Torf** verborgen. (vergl. S. 19 u. 44). **Jedenfalls sind also die Gerölle älter als der Torf. Der letzte große Einbruch des Altstuttgarter Talkessels aber ist jünger als die Flußschotter im Mühlberg, welche beweisen, daß zu Beginn der Diluvialzeit der Neckar bis in die Nähe des heutigen Hauptbahnhofs ins Stuttgarter Talbecken hereingekommen ist.**

Anhang.

1. Die Pflanzenreste des altdiluvialen Torflagers in den Stuttgarter Anlagen.

Von J. Stoller.

Mit 1 Tafel.

Die mir zugesandten Proben aus dem „altdiluvialen Torflager bei Stuttgart" stellten drei verschiedene biogene Gesteine dar, nämlich 1. sapropelhaltigen Phragmitetumtorf, 2. kalkhaltigen, konchylienführenden Sapropelit und 3. reinen Sapropelkalk.

In dem sapropelhaltigen Phragmitetumtorf (Sumpftorf) bildeten die submersen Stamm- und Rhizomteile von *Phragmites communis* Trin. den Hauptbestandteil. Von den Lufthalmen dieser Pflanze fanden sich nur wenige Bruchstücke, die aber zum Teil feuerverkohlt waren. Als Akzessorien waren zahlreiche wohlerhaltene Fruchtschläuche von *Carex Pseudo-Cyperus* L. in den Torfstücken eingebettet. Dazu kommen noch acht ungewöhnlich große Fruchtsteine einer *Rubus*-Art[1], die alle nebeneinander in einem Stücke lagen, und mehrere beblätterte Stammstücke eines Mooses, das Herr Dr. R. Timm-Hamburg in dankenswerter Weise als *Drepanocladus*

[1] Die Fruchtsteine zeigen im allgemeinen die Form einer flachgedrückten Retorte ohne Hals und ähneln sehr denen von *Rubus Idaeus* L. Nur sind ihre Kerben weniger zahlreich und im Verhältnis zur Größe der Fruchtsteine weniger tief, auch nicht so scharf berandet wie bei der Himbeere. Um einen Anhaltspunkt für die relative Größe der gefundenen Fruchtsteine im Vergleich zu denen unserer bekannteren rezenten *Rubus*-Arten zu geben, seien hier ihre Maße in Millimeter beigefügt:

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	im Mittel
Länge	4,590	3,294	4,212	4,752	3,834	3,618	3,780	3,726	3,976
Größte Breite	2,970	2,214	2,754	2,592	2,592	1,780	1,944	2,268	2,389
Dicke	1,780	1,350	1,458	1,080	1,404	2,052	2,052	1,566	1,593

(Hypnum) pseudofluitans (Sanio, v. Klingg.) Warnstorf bestimmte. Auffälligerweise fanden sich in dem Torf keinerlei Holzreste, etwa eingeschwemmte Reiser, Zweigstücke u. dergl.

Der kalkhaltige, konchylienführende Sapropelit war durch Humus sehr dunkel gefärbt. Es konnten in ihm Reste folgender Pflanzen ermittelt werden.

Chara fragilis Desvaux. Zahlreiche Sporen, sehr gut erhalten, sogar mit den Krönchenzellen; die genaue Bestimmung der Art verdanke ich Herrn Dr. Sonder-Oldesloe.

Pinus (silvestris). Pollen; in zehn Präparaten, die auf Pollen untersucht wurden, fanden sich nur vier gut erhaltene Pollen, so daß sie eine Bestimmung ermöglichten; sie gehören alle einer *Pinus*-Art, vermutlich *Pinus silvestris* L., an.

Zannichellia palustris L. forma *pedicellata* Wahlenberg. Ein Früchtchen.

Scirpus lacustris L. und *Sc.* cfr. *lacustris* L. Mehrere Nüsse.

Carex Pseudo-Cyperus L. Zahlreiche wohlerhaltene Fruchtschläuche.

Carex sectio Carex. Viele schlauchlose Nüsse, von denen einzelne sehr wahrscheinlich zu *Carex rostrata* With., andere zu *Carex lasiocarpa* Ehrh. gehören.

Hippuris vulgaris L. Überaus zahlreiche Früchtchen.

Arctostaphylos Uva ursi Spr. Vier Fruchtsteine.

Lycopus europaeus L. Zahlreiche Klausen.

Menyanthes trifoliata L. Eine Samenschalenhälfte.

Der Sapropelkalk lieferte Reste folgender Pflanzen:

Chara fragilis Desvaux. Überaus zahlreiche Sporen.

Potamogeton cfr. *pusillus* L. Zwei Fruchtsteine.

Heleocharis cfr. *palustris* R. Br. Eine Nuß.

? Urtica cfr. *dioica* L. Ein Same.

Chenopodium sp. Vier Samen.

Ranunculus (Batrachium) sp. Ein Balgfrüchtchen.

Hippuris vulgaris L. Mehrere Früchtchen.

Sambucus racemosa L. Sechs Fruchtsteine.

Der Gesteinscharakter der untersuchten Proben sowie ihre pflanzlichen Einschlüsse gestatten den sichern Schluß, daß der Stuttgarter Talkessel in altdiluvialer Zeit einen mäßig tiefen bis flachen See beherbergte. Die untersuchten Proben entstammen einer Stelle

des ehemaligen Seebeckens, die vom Ufer ziemlich entfernt gelegen sein muß, weil die reinen Sapropelbildungen weitaus überwiegen und weil eingeschwemmte Pflanzenreste in den Proben so gut wie gar nicht vorkamen. Denn das Vorkommen der aufgeführten Fruchtsteine von *Arctostaphylos*, *Rubus* und *Sambucus* an dieser Stelle läßt sich leicht erklären, wenn man bedenkt, daß es sich hiebei um Beerenfrüchte handelt, die von Vögeln gerne gefressen werden.

Besonderes pflanzengeographisches Interesse bieten von den ermittelten Pflanzenarten außer der nicht näher zu bestimmenden (neuen?) *Rubus*-Art nur *Zannichellia palustris* forma *pedicellata*, *Arctostaphylos Uva ursi* und *Drepanocladus pseudofluitans*. Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Dr. Gradmann-Tübingen kommt *Arctostaphylos Uva ursi* heute in ganz Württemberg merkwürdigerweise nicht vor, während *Zannichellia palustris* f. *pedicellata* zwar von H. v. Mohl in seinem Verzeichnis der württembergischen Flora aufgeführt wird, aber ohne speziellen Fundort. Herr Gradmann schreibt dazu: „Sie ist seither nirgends nachgewiesen worden und beschränkt sich meines Wissens für ganz Süddeutschland überhaupt auf die Saline von Kissingen.“ Diese Form zeigt übrigens auch in Norddeutschland durchaus Halophytencharakter und kommt nur im Meere und in salzhaltigen Gewässern häufiger vor. Über *Drepanocladus pseudofluitans* teilt mir Herr R. Timm folgendes mit: „Es ist ein Moos der *Kneiffii*-Gruppe, das früher für einigermaßen selten gehalten wurde, nachgerade aber immer häufiger nachgewiesen worden ist.“

Es ist namentlich vom Standpunkte der pflanzengeographischen Forschung zu beklagen, daß in neuerer Zeit nicht mehr Aufschlüsse in den Ablagerungen des altdiluvialen Stuttgart-Cannstatter Seebeckens gemacht wurden, das, nach den leider nur kurzen pflanzenpaläontologischen Mitteilungen früherer Beobachter (namentlich von Seyffert und O. Fraas) zu schließen, sicher sehr wertvolle Daten zum Verständnis des Vorkommens und der Verbreitung mancher heutigen Pflanzenspezies im Lande zu liefern imstande ist.

2. Die fossilen Mollusken des altdiluvialen Torflagers in den Stuttgarter Anlagen.

Von D. Geyer.

Herr Professor Dr. Sauer machte mich in freundlicher Weise auf die in diesem Frühjahr in den unteren Kgl. Anlagen entstandenen Aufschlüsse aufmerksam, das waren Probelöcher und Schächte, die

zwecks Feststellung des Untergrundes für die neuen Bahnanlagen sehr wichtige, in der vorangehenden Abhandlung von Bräuhäuser schon besprochene geologische Diluvialprofile geliefert haben und bat mich, die ungemein reichhaltige Schaltierfauna derselben zu untersuchen.

Von den zahlreichen Probeschächten kamen für mich wesentlich nur die 3 in Betracht, vergl. S. 41 (16—18) die nahe bei der Kgl. Meierei liegen; denn diese 3 Schächte, und nur diese, reichen in die diluviale Süßwasserablagerung hinab, während die übrigen, sei es mehr nur jüngeres Alluvium oder Verwitterungsboden und Gehängeschutt oder anstehenden Keuper durchschnitten haben.

Das ausgehobene Material lag noch frisch und unverwittert in großen Haufen neben den Schächten. Von oben her war die Schichtenfolge, soweit die Verschalung dies nicht hinderte, recht gut zu erkennen.

Weiße Schneckenschalen blitzten in großer Zahl aus dem zerfallenen Schlamm, Torf und Kalktuff. Die großen Arten konnten abgelesen werden, die kleinen erhielt ich durch Ausschlämmen.

Die nachstehend besprochenen Mollusken stammen aus den Sedimenten eines stehenden Gewässers, welche auch Landschnecken enthalten, und mit Ausnahme der Lartetien erscheinen in allen 3 Aufschlüssen dieselben Land- und Süßwasserbewohner mit dem Unterschied, daß im untersten Schacht die Bewohner des Sumpfrandes — Vallonien, Vertigonen, Succineen und Pisidien — zahlreicher sind als in den beiden andern. Er hat ein Stück des alten Uferrandes zutage gebracht, der mehr und mehr gegen das Wasser vorrückte.

Im Interesse eines unmittelbaren Vergleichs der im Nachstehenden aufgezählten diluvialen Schneckenfauna mit der jüngsten, zum Teil jetzt noch lebenden, wurden die in den obersten Deckschichten unserer Profile vorhandenen Schnecken ebenfalls bestimmt und mit Petit-Druck namhaft gemacht.

I. Die Funde.

A. Schnecken.

a) Landbewohner.

1. *Limax agrestis* L.

Das einzige Kalkplättchen, das mir in die Hände kam, ist am Wirbel verletzt und an den Kanten und auf dem Rücken etwas abgerieben, so daß eine ganz sichere Determination unmöglich ist;

doch dürfte es sich, nach den wahrnehmbaren Erkennungszeichen, um *agrestis* handeln. Bewohnt feuchte Orte.

2. *Vitrina elongata* Drp.

Da der charakteristische Hautsaum zerstört und der Schalenrand defekt ist, wird es schwierig, die vorliegende Art von *brevis* Fér. zu trennen. Das flache Gewinde veranlaßt mich jedoch, für *elongata* zu entscheiden; *brevis* ist etwas gewölbter. Sandberger[1] zählt *elongata* auch als Seltenheit von den Cannstatter Tuffen auf und sagt, sie komme noch jetzt bei Stuttgart vor (p. 859). Die letztere Angabe ist jedoch auf *V. brevis* zu beziehen, die heute noch in den Kgl. Anlagen gesammelt werden kann; wogegen die echte *elongata*, eine der seltenen Schnecken des Landes, nur von Oberschwaben und den Uracher Tälern sicher nachgewiesen ist.

3. *Vitrina diaphana* Drp.

Zwei schlecht erhaltene Stücke zähle ich ihrer großen Anlage wegen zu dieser Art.

Die Vitrinen bevorzugen die Umgebung des Wassers.

4. *Hyalina nitidula* Drp.

Nicht häufig. Ich bemerke ausdrücklich, daß es sich nicht um *A. nitens* Mich. handelt, welche lebend in Süddeutschland allgemein verbreitet ist, sondern um *nitidula* Drp.,[2] der ich im Süden noch nirgends begegnet bin, die aber in Norddeutschland weit verbreitet ist. Ob es eine selbständige Art ist, lasse ich dahingestellt sein; ich betone aber, daß sich die vorliegende fossile Form durch ein etwas erhabeneres Gewinde und durch den nicht besonders erweiterten letzten Umgang auf den ersten Blick von der rezenten *nitens* unterscheidet.

5. *Hyalina cellaria* Müll.

Drei unvollendete Exemplare; in den jüngeren Schichten reichlicher.

6. *Hyalina hammonis* Ström (= *radiatula* Alder.).

Selten, in guterhaltenen Exemplaren.

Die Hyalinen leben gern unter dem toten Laub des Ufergebüsches.

[1] Sandberger, Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt 1870—75.

[2] l. c. S. 821 und 858 von Cannstatt.

7. *Vitrea crystallina* Müll.

Selten. Nach der Darstellung Sandbergers (p. 893) ist unsere Art zu *V. subterranea* Bgt. zu zählen. Eine Bodenschnecke.

8. *Conulus fulvus* Müll.

Selten; Bewohnerin des feuchten Grases.

9. *Zonitoides nitida* Müll.

Nicht selten, meist aber unvollendet. Lebt an Wasserrändern.

10. *Punctum pygmaeum* Drp.

Wenige Exemplare. Bodenschnecke.

11. *Patula rotundata* Müll.

Nicht häufig. Bodenschnecke. Die bei Cannstatt vereinzelt gefundene *P. solaria* Mke. bekam ich nicht zu sehen.

12. *Patula ruderata* Stud.

Ein gutes Exemplar. Die nordisch-alpine Art lebt noch an alten Weidenbäumen im Neckartal bei Cannstatt.

13. *Vallonia pulchella* Müll.

Die Art ist auch hier häufig; bei eingehender Durchsicht lassen sich dreierlei, nicht immer scharf zu trennende Formen unterscheiden: a) eine verhältnismäßig große, der jetzt lebenden typischen Form entsprechende stark gelippte; b) eine etwas kleinere, flachere Form mit dünnerer Lippe, ähnlich der *petricola* Cless. und einer *Vallonia*, welche ich aus dem Teinachtal des Schwarzwaldes kenne; c) eine kleine, im Bau dem Typus entsprechende, gestreifte (namentlich um den Nabel) Form mit stark gelipptem, winklig nach außen geschlagenem, zuweilen rückwärts gebogenem Mundsaum, der an *costata* erinnert. Die letztere Form ist die häufigere. Sie hat große Ähnlichkeit mit der von mir aufgestellten *V. suevica* (Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. 1908); die Lage der Mündung jedoch und der Verlauf der Mundränder weisen sie entschieden zu *pulchella*, mit welcher sie auch durch Übergänge verbunden ist. Unter den rezenten Vallonien habe ich die Form c noch nicht gesehen.

14. *Vallonia excentrica* Sterki.

Sehr selten, in charakteristischen Stücken; kommt in einer von den rezenten Exemplaren etwas abweichenden Form auch in den Tuffen am Staigfriedhof bei Cannstatt vor.

15. *Vallonia costata* Müll.

Nicht so häufig wie *pulchella*, aber in unzweifelhaften, oft noch mit den häutigen Rippen versehenen Exemplaren; die meisten jedoch haben die Schalenoberhaut verloren und erscheinen darum mit ungleich starken Streifen.

Die Vallonien bevorzugen feuchte Wiesen.

In den jüngeren Schichten: *Helix obvoluta* Müll.

Ein guterhaltenes Stück. Bodenschnecke. Von *H. bidens*, die ihrer Natur nach an einem Ort zu suchen gewesen wäre, wie unsere Lokalität ihn dargestellt hat und welche Sandberger auch von Cannstatt angibt, entdeckte ich nichts.

16. *Helix hispida* L.

Häufig in der typischen Form; neben Exemplaren der normalen Größe kommen kleinere mit engerem Gewinde vor. Grasschnecke.

In den jüngeren Schichten: *Helix striolata* C. Pfeiffer (*rufescens* bei Clessin).

Wenige Stücke in der Form und Größe, wie sie jetzt noch in den Kgl. Anlagen lebt.

17. *Helix fruticum* Müll.

Drei unvollendete Exemplare.

18. *Helix incarnata* Müll.

Ein guterhaltenes Stück, bedeutend kleiner als die rezenten Formen; in den jüngeren Schichten erscheinen größere.

Helix hortensis Müll.

Ein gutes Stück mit zusammengeflossenen Bändern (1. 2. 3. 4. 5).

Helix pomatia L.

Ein Stück, auch bei Cannstatt selten.

19. *Cionella lubrica* Müll.

Zahlreich in wechselnder Größe, in der Schlammschichte bis zu 5 mm Höhe herabgehend. Wir sind gewohnt, kleine Exemplare als das Produkt ungenügender Existenzbedingungen anzusehen und bei *C. lubrica*, die eine große Anpassungsfähigkeit besitzt und sowohl im feuchten Laube und Grase unter dem Ufergebüsch, als auch in

kurzen Rasen trockener Abhänge und im Mulme heißer, sonniger Jurafelsen lebt, kennen wir von trockenen Standorten nur kleine Individuen (var. *exigua* Mke., 4,5 mm Höhe, *lubricella* Zgl., *minima* Siem., *columna* Cless., 5 mm Höhe), während sie an feuchten Orten der Niederung in der var. *nitens* Kob. eine Höhe von 7 mm erreicht, die auch unsere größten Exemplare aufweisen. Wenn daher im vorliegenden Falle beide Größenextreme gemischt sind, könnte es als ein Beweis dafür angesehen werden, daß wir nicht die Fauna eines kleinen einheitlichen Kreises vor uns haben, sondern daß hier Einschwemmungen aus trockenen Gebieten stattgefunden haben müssen. Mit einem Hinweis auf *C. lubrica* aber könnte eine dahingehende Behauptung nicht gestützt werden. Ich fand sie wiederholt auf kleinem, geschlossenem Raume in allen Größenstufen gemischt, nicht etwa aber auf Wiesen oder an Abhängen sondern am Rande sumpfiger Teiche, deren Ufer vom Schilfkranz rasch über *Carex*-Büsche und Moospolster zum Erlengesträuch und ins Kulturland übergehen. Nirgends sonst liegen Feuchtigkeit und Trockenheit so unvermittelt und unmittelbar nebeneinander wie am Torfrand der Sümpfe, und die kleinen Schnecken mit ihrem beschränkten Vermögen der Ortsveränderung sind in ihrem kurzen Leben an den einmal gegebenen Standort gebunden, der bestimmend auf ihre Entwicklung einwirkt.

20. *Pupilla (Pupa) muscorum* L.

Nicht häufig in den zylindrischen, gestreckten Gehäusen, wie sie feuchten Wiesen eigentümlich sind.

21. *Vertigo (Pupa) antivertigo* Drp.

Die zahlreichste unter den kleinen Pupen und den Landschnecken, in Größe und Bezahnung (von 6 bis 9 wechselnd) verschieden.

Lebt gerne an Sumpfrändern.

22. *Vertigo (Pupa) moulinsiana* Drp. (= *laevigata* Kok. *ventrosa* Heynemann).

(S. Sandberger, Taf. 35 Fig. 22, eine sehr gute Abbildung.)

Nicht häufig, aber in schönen, großen Exemplaren. Der Fund gehört zu den interessantesten, da es sich um eine Art handelt, die zwar zu den rezenten zählt, aber, soweit ihre Verbreitung in Deutschland in Betracht kommt, im Erlöschen begriffen zu sein scheint.

Herr Prof. Dr. O. Boettger in Frankfurt a. M. hatte die Güte, mir ein schriftliches Verzeichnis der Fundorte seiner Sammlung zu übergeben, das ich mit seiner Erlaubnis hier zugrunde lege. Die Schnecke findet sich:

a) fossil: im Mittelpleistocän von Laubach bei Weimar (Dr. A. Weiss), vergl. Sandberger pag. 922, ferner bei Burgtonna (dem Verfasser mitgeteilt von Rentamtmann Hocker in Gotha), und in einer „vermutlich jungdiluvialen" (Boettger) Schicht von Carlton, Nottinghamshire, England (Taylor), vergl. Sandberger, pag. 939;

b) rezent: Seeland in Dänemark (Clessin), am Oberhorstweiher bei Frankfurt a. M. (Heynemann, Dickin), jetzt ausgestorben, am Bessunger Teich bei Darmstadt (Ickrath) (s. Kobelt, Fauna d. nass. Mollusken. 1871. p. 146), bei Seckbach und in Rheingenist (Jahrb. d. Nass. Ver. f. Naturk. 1884. pag. 79), Bern in der Schweiz (Blauner), Castell goffredo bei Mantua (Adami) und Elisabetpol in russ. Armenien (Leder). Weiterhin wird die Art gemeldet aus Baden, Tirol, Kärnten, Frankreich, Spanien, Sizilien und Transkaukasien (vergl. Sandberger, pag. 922).

Jüngere Sammler haben sich, wie mir Herr stud. Haas aus Frankfurt a. M. mündlich mitteilte, vergeblich bemüht, die seltene Schnecke bei Frankfurt und Darmstadt aufzutreiben. Sie scheint demnach tatsächlich im Aussterben begriffen zu sein.

23. *Vertigo (Pupa) pygmaea* Drp.

Sehr selten; mit 5 Zähnen.

24. *Vertigo (Pupa) substriata* Jeffr.

Sehr selten; etwas größer und mit breiterer Basis als die rezenten schwäbischen Formen.

25. *Vertigo (Pupa) angustior* Jeffr.

Ziemlich häufig.

26. *Clausiliastra (Clausilia) laminata* Mont.

Zwei gute Exemplare.

27. *Alinda (Clausilia) biplicata* Mont.

Selten; in den jüngeren Schichten häufiger; lebt noch in der Nähe.

28. *Kuzmicia (Clausilia) cruciata* Stud.

Ein stark beschädigtes Exemplar; lebend in den Wäldern westlich von Stuttgart (beim „Schatten“) und in den Schluchten und feuchten Albwäldern.

29. *Pirostoma (Clausilia) lineolata* Held.

Ein gutes Stück. Die Art lebt noch in der Nähe.

30. *Succinea (Amphibina) Pfeifferi* Rssm.

Sehr häufig im untersten Schacht, aber selten in der normalen Form, sondern meist in der var. *Mortilleti Stabile* (Clessin,[1] pag. 346, Fig. 199) mit Übergängen zum Typus. Die Schnecke lebt am Rande des Wassers, auf den Blättern der Wasserpflanzen, im Nassen.

31. *Succinea (Amphibina) elegans* Risso.

Wenige, unverkennbare Exemplare, die var. *Baudoniana* Hazay (s. J. Hazay, Molluskenfauna von Budapest, 1881. Taf. V Fig. 13) entsprechend, nur etwas kürzer. Die Art lebt wie die vorige am Wasserrand und wurde bis jetzt von wenigen Punkten Süddeutschlands nachgewiesen; Clessin nennt Frankfurt a. M., Aschaffenburg und Offingen a. D.; ich selbst fand sie bei Pappenheim in Bayern und unterhalb Gundelsheim am Neckar.

32. *Succinea (Lucena) oblonga* Drp.

Sehr selten. Die Art lebt, entgegen der Gewohnheit der übrigen Succineen, nicht in der Nähe des Wassers. Sie liebt mehr trockene Orte.

b) **Wasserbewohner.**

1. *Limnaea (Limnus) stagnalis* L.

Selten, mit leicht gewinkelten Umgängen.

2. *Limnaea (Gulnaria) ovata* Drp.

Zahlreich in größeren und kleineren Exemplaren, der typischen Form nahestehend, aber mit zierlicher, hervorragender, scharfer Spitze und tiefer Naht; dünnschalig.

[1] Deutsche Exk. Moll.-Fauna, 2. Aufl.

3. *Limnaea (Gulnaria) peregra* Müll.

a) f. *typica*, jedoch klein, 11 mm hoch, 6 mm breit, Spitze scharf, Naht tief. Selten.

b) var. *peregro-ovata* Rm., wenn damit in der Tat eine zwischen *ovata* und *peregra* stehende Form gemeint ist. Unser Exemplar mißt 20 mm Höhe, 13 mm gr. Breite; Mündung 13 mm hoch, derjenigen einer typ. *ovata* entsprechend mit winklig gebogener Spindel. Gewinde mehr als $^1/_3$ der Gehäusehöhe, mit tiefer Naht, in einer scharfen Spitze endigend; Schale dünn, hammerschlägig.

4. *Limnaea (Limnophysa) palustris* Müll.

Nicht häufig, in Größe und Gestalt wechselnd, wobei sich 2 Extreme herausstellen lassen, die lückenlos durch Übergänge verbunden sind:

a) eine bis zu 14 mm Höhe mit flach gewölbten Umgängen, der f. *typica* bei Clessin, S. 388, Fig. 248 entsprechende, in der Minderzahl befindliche;

b) eine bis 25 mm Höhe, spitzig ausgezogene Form mit gewölbten, durch tiefe Nähte getrennten Umgängen und scharfer Spitze; sie entspricht der L. *fragilis* L. bei Sandberger, Taf. 36 Fig. 37. Unter den rezenten Formen kommt ihr *turricula* Held nahe.

5. *Limnaea (Limnophysa) truncatula* Müll.

Nicht selten und zwar durchweg in der kleinen, spitzen var. *oblonga* Puton, s. Clessin, S. 395, Fig. 258.

6. *Physa (Aplexa) hypnorum* L.

Sehr selten; nur zarte und zerbrochene Schalen.

7. *Planorbis (Tropidiscus) umbilicatus* Müll. (*marginatus* Drp.).

Sehr zahlreich. Die Mehrzahl setzt sich aus der f. *filocinctus* West. zusammen, welche durch einen kräftigen, fadenförmigen, beiderseits von einer eingedrückten Rinne begrenzten Kiel ausgezeichnet ist. Daneben stehen einzelne kleinere, enger gewundene Stücke ohne Kielfaden, welche zur kleineren, undeutlich gekielten var. *submarginatus* Jan. überführen, die in geringer Anzahl vorhanden ist.

8. *Planorbis (Tropidiscus) carinatus* Müll.

Ziemlich selten, aber in nicht mißzudeutenden Exemplaren.

9. *Planorbis (Gyrorbis) leucostoma* Millet (*rotundatus* Bgt.)

Gemein und in äußerst gleichmäßiger Entwicklung (nur etwa 4 Exemplare unter den Hunderten könnten der etwas höheren und rascher zunehmenden Umgänge wegen zu *spirorbis* L. gezogen werden), flach und eng gewunden, meist zart, aber die var. *gracilis* Gredler nicht erreichend.

10. *Planorbis (Bathyomphalus) contortus* L.

Ziemlich selten.

11. *Planorbis (Armiger) nautileus* L.

Zahlreich, zart und klein, gewöhnlich in der fein gestreiften Normalform, aber auch in der f. *cristatus* Drp. mit kammartigen Rippen und vereinzelt als f. *spinulosus* Cless. (oben fast flach) auftretend.

12. *Planorbis (Segmentina) nitida* Müll.

Selten.

13. *Valvata cristata* Müll.

Nach *Planorbis leucostoma* die häufigste Wasserschnecke; kleiner als die rezenten.

14. *Bythinia tentaculata* L.

Zahlreich, jedoch nur vereinzelt in der typischen Größe und Form mit der stark aufgeblasenen letzten Windung, durchweg kleiner, langsamer und regelmäßiger zunehmend mit spitzem, zierlichem Gewinde und tiefer Naht, der var. *producta* Mke. entsprechend. Solche Formen traf ich lebend in stark bewachsenen, langsam fließenden, aber nicht moorigen Gräben bei Schussenried; aus den Gräben Niederschwabens kenne ich sie nicht.

Der Deckel ist oben gewinkelt, die linke Kante der Mündungswand entsprechend etwas ausgeschnitten.

15. *Lartetia (Vitrella) exigua* Geyer.

(S. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg 1904. S. 320. Taf. VIII Fig. 10—13.)

Das Auffinden einer Lartetie inmitten der übrigen Mollusken war für mich eine große Überraschung, die sich noch steigerte, als ich ihre Übereinstimmung mit der von mir in 2 Quellen des Randecker Maares entdeckten und beschriebenen Art erkannte.

Meines Wissens stammt die erste fossile Lartetie Deutschlands aus den Tuffen von Alling bei Regensburg[1]. Als eine kegelförmig zugespitzte Form hat sie mit unserer zylindrisch-turmförmigen *exigua* nichts zu tun. Aus dem Pleistocän von Paris (vergl. Sandberger, S. 941 ff.) hat Bourguignat 7 Arten beschrieben[2], welche sämtlich größer sind (6—9 mm hoch) als unsere Stuttgarterin, und die etwa gleich große *L. Obermaieri* Babor[3] aus Nordfrankreich weist nach der gegebenen Zeichnung einen anderen Bau auf. Dagegen stimmt die Diluvialform des Stuttgarter Tales so vollkommen mit *L. exigua* des Randecker Maares überein, wie es bei rezenten Formen höchstens unter Lartetien naheliegender, gleichartiger Quellen vorkommt. Bei 2,5 mm Durchschnittshöhe geht ein einzelnes Exemplar bis zu 3 mm, sonst sind sie alle gleichmäßig entwickelt, zart und dünnschalig, zylindrisch-turmförmig, durchscheinend, glänzend, die 5—6 Umgänge ziemlich rasch zunehmend, rund gewölbt, die Naht tief, die Mündung eiförmig rundlich, der Nabel deutlich spaltenförmig.

Neben vielen zerbrochenen Schalen erbeutete ich etwa 40 gute Stücke, die alle an einem ganz bestimmten Punkt des ausgeworfenen Haufens des zu oberst im Tale liegenden Schachtes zu finden waren, so daß anzunehmen ist, sie seien im Leben vereint gewesen wie im Tode und haben sich nicht über den ganzen Wasserbehälter zerstreut, sondern einem kleinen Raum desselben angehört.

Solche Beobachtungen führen zu der Annahme, daß sie mit einer Quelle in Beziehung standen oder einem Zufluß angehört haben, der sie entweder lebend beherbergte oder leer zusammenführte, sei es, daß sie im Lichte lebten oder durch die Quelle aus dem Inneren

---

[1] *Vitrella Allingensis* Cless, Corresp. Bl. zool.-mineral. Verein Regensburg 1877 p. 139.

[2] s. A. Locard, Monographie du genre *Lartetia*, Annales de la Société Linnéenne de Lyon. T. XXIX. 1882.

[3] Liste des espèces récoltées à Saint Acheul etc.
Bulletin de la Société Linnéenne du Nord de la France. 1906.

gebracht wurden. Im wesentlichen lebten sie also unter denselben Bedingungen wie die Lartetien der Gegenwart.

Über den Zusammenhang zwischen der Schale und den Verhältnissen der dieselben ausführenden Quelle habe ich mich an anderen Orten schon ausgesprochen (Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. i. Württ. 1904 S. 320, 1906 S. 198 f., 1907 S. 398 und Zool. Jahrb. 26. Bd. 5. Heft 1908) und beschränke mich hier darauf hinzuweisen, daß unsere Lartetie auch im Stuttgarter Tale einst unbehelligt von einer nennenswerten Bewegung des Wassers und ungestört durch Gerölle — denn es fanden sich nur vereinzelte Sandkörner im erhärteten moorigen Schlamme — ihr Leben führen durfte. Zu demselben Schluß führt uns die Betrachtung der übrigen Molluskengehäuse.

Verwunderlich bleibt schließlich nicht das Vorkommen einer in der Gegenwart die Spaltengewässer und Quellen der Kalkformation ohne Konkurrenz bewohnenden Schnecke in dieser Umgebung und die Beschaffenheit ihrer Schale sondern ihre Übereinstimmung mit der Maar-*Vitrella*. Wer durch ein umfangreiches Sammeln von Lartetien zur Überzeugung gekommen ist, daß diese Schneckchen von den lokalen Bedingungen abhängig in getrennte Formen und Varietäten sich scheiden und in solchen Untergruppen zu Landsmannschaften sich zusammenschließen, glaubt nicht ohne weiteres an eine Identität zweier aus solch verschiedenen Örtlichkeiten hervorgegangener Schnecken, wie sie der Diluvialteich des Stuttgarter Tales und die Quelle im Randecker Maar auf der Höhe des schwäbischen Jura darstellen. Aber vielleicht lagen sich oder liegen sich heute noch beide Punkte doch näher als man aus der geographischen Lage schließen würde.

Die Randecker Quellen ergossen sich einst in den obermiocänen Kratersee, welcher das Maar erfüllte, und die Quelle im Stuttgarter Tale floß zum Teich der älteren Diluvialzeit, das gibt, abgesehen vom zeitlichen Nebeneinanderliegen, eine Übereinstimmung in den äußeren Zuständen bei der Quelle in all den Punkten, die das Leben der Schneckchen beeinflussen: spärlich ausfließende Wassermenge, unmerkliches Gefäll, feiner Sand mit Schlamm vermischt, Einwirkung von Humussäure, wenn nicht schon vom Einzugsgebiet der Quelle her (im Hintergrund der Randecker Quelle liegt der Schopflocher Torfmoor) so doch an der Ausmündung derselben, Vorhandensein von gelöstem kohlensaurem Kalk (in den Stuttgarter Probelöchern wird Sauerwassertuff zutage gefördert).

Zum Schlusse bleibt noch die Frage zu beantworten, ob *L. exigua* fossil oder rezent ist, ob sie aus der Diluvialzeit noch in die Gegenwart hereinreicht oder ausgestorben ist. Nach dem Aussehen und Erhaltungszustand der Schalen läßt sich die Frage nicht beantworten, sie sind bei Stuttgart ebenso frisch und glänzend wie im Maar, und am letzteren Ort kommen nur leere und dabei auch bleiche, verblaßte und kalkige Exemplare zum Vorschein, die für fossil gehalten werden können. Wir wissen aber, daß Schneckenschalen, sobald sie nach dem Tode ihres Bewohners die Schalenoberhaut verlieren, den fossilen ähnlich werden. Im Maar werden aber die Schalen so massenhaft ausgeführt, daß anzunehmen ist, der Absatz werde fortwährend ersetzt, und das Wässerlein wäre zu schwach, so viele diluviale Ablagerungen auszuwaschen, wie es nötig wäre, die zahlreichen Schneckchen zu befreien. Darum glaube ich, daß *L. exigua* den rezenten Schnecken beizuzählen ist.

B. Muscheln.

1. *Pisidium fontinale* C. Pfr. (*fossarinum* Cless).

Nicht häufig, in größeren und kleineren Exemplaren; bewohnt Gräben.

2. *Pisidium pusillum* Gmel.

Die häufigste der kleinen Muscheln, oft mit beiden zusammenhängenden Schalenhälften, ein Beweis für den Mangel an Bewegung des Wassers im ablagernden Teich. *P. pusillum* kommt gewöhnlich in den Quellen der Kalkformationen zusammen mit Lartetien vor.

3. *Pisidium milium* Held.

Ein ganzes Stück und zwei halbe Schalen.
Lebt in Altwassern.

4. *Pisidium Scholtzi* Cless.

Zwei halbe Schalen. Lebt in sumpfigen Gräben und Waldtümpeln.

II. Die Folgerungen.

Neben 32 Landschneckenarten stehen 19 Arten Wassermollusken, auf kleinem Raume eine stattliche Zahl und im gegenseitigen Verhältnis beider Gruppen ungefähr der gegenwärtigen Verteilung von

Land- und Wasserbewohnern entsprechend. Nach der Zahl der Individuen jedoch rücken die Wassertiere an die erste Stelle und würden uns schon dadurch, ohne Berücksichtigung der Pflanzenreste und der Art der Ablagerung, beweisen, daß wir es mit Süßwassersedimenten zu tun haben.

Wie kamen aber die Landschnecken hierher? Wenn sie eingeschwemmt worden wären, müßten sie das durch eine bestimmte Lagerung beweisen, und wenn sich diese nicht mehr erkennen läßt, durch mitgeführte pflanzliche und mineralische Geröllstücke, wie wir beides in einer Sandgrube beim Katzensteigle von Cannstatt beobachten können und wie es bei den Flußanspülungen der Fall ist. An unserem Punkte aber ist nichts davon zu bemerken, und das erste, was sich uns aufdrängt, ist die Wahrnehmung, daß Einschwemmungen nicht stattgefunden haben. Die Landfauna würde andernfalls auch eine ganz andere Zusammensetzung aufweisen und in größerer Individuenzahl vertreten sein. Was wir hier an Landschnecken entdecken, lebt heute noch zusammen am Rande des Wassers, im feuchten Moose, an den Blättern der Wasserpflanzen, unter dem Laub des Ufergebüsches, am Boden im Grase. Das wird uns ohne weiteres klar, wenn wir diejenigen Arten hervorheben, die in größerer Anzahl und nicht vereinzelt vorkommen: *Zonitoides nitida*, *Vallonia pulchella*, *Helix hispida*, *Cionella lubrica*, *Pupa antivertigo* und *angustior*, *Carychium minimum* und die Succineen. Es sind die ständigen Bewohner der Sumpfränder, Liebhaber feuchter und kühler Orte. Nur die Vertigonen könnten vielleicht beanstandet werden; aber umfangreiche Aufsammlungen am Rande von sumpfigen Teichen in der weiteren Umgebung Stuttgarts, die ich zum Zweck einer Vergleichung besuchte, und in Oberschwaben (s. Jahresh. 1908, S. 314—316) bestätigten mir, daß *Vertigo antivertigo*, *substriata* und *angustior* neben den übrigen genannten Schnecken zu den ständigen Bewohnern der Sumpfränder zählen. Abweichend ist hier nur das Zurücktreten von *Vertigo pygmaea*, welche kühle Orte nicht liebt (vergl. ihr Fehlen in den Schluchten der Alb) und dafür das Auftreten von *Vertigo moulinsiana*, die lebend im Schilf der Teichränder gesammelt wurde und offenbar im Aussterben begriffen ist. Vielleicht sind am Verhalten der beiden letztgenannten Pupen Klimaänderungen schuld.

Nach den Bewohnern des Sumpfmooses und der Wasserpflanzen kommen noch Bodenschnecken wie *Cionella lubrica*, *Vallonia pulchella*, *costata* und *excentrica*, *Patula rotundata*, *Hyalina nitens* und

hammonis, *Vitrea crystallina*, *Conulus fulvus*, *Helix hispida* in Betracht, die sich mehr im Gras- als im Moosrand einstellen, und endlich vereinzelt Laubschnecken (größere Helices und Clausilien), die nach dem Tode zu Boden fallen und ins Wasser rollen. Sie bewohnen, wenn Büsche und Bäume vorhanden sind, den äußersten Sumpfrand, heute noch vereinzelt wie ehemals, und wenn wir mit dem Sieb ins Sumpfwasser greifen, ziehen wir ab und zu eine dieser Landschnecken mit heraus. *Helix arbustorum* ist am meisten dabei beteiligt; hier aber vermissen wir sie. Das ist auffallend, da sie in den Cannstatter Tuffen häufig ist.

Unter den Wasserbewohnern befinden sich 12 Pulmonaten und 7 Kiemenatmer (worunter 4 Pisidien), von den Lartetien abgesehen nur solche Arten, welche, auf Pflanzen kriechend, was auch Pisidien tun, in den oberen Wasserschichten sich aufhalten; also keine am Boden sitzenden oder die Tiefe liebenden Arten (Paludien, Valvaten, Sphaerien und größere Muscheln) und keine Arten, welche fließendes oder stark bewegtes Wasser beanspruchen. Die auf und ab tauchende *Aplexa hypnorum* und der frisches Wasser liebende *Planorbis contortus* sind selten, andere mit ähnlichen Ansprüchen (*Physa fontinalis*, *Planorbis albus*) fehlen gänzlich. Dem Untergrund des Teiches fehlte der erdige Bodenschlamm, er bestand aus grundlosen pflanzlichen Zersetzungsprodukten, welche das Wasser mit Humussäure durchsetzten und die Mollusken nötigten, an der Oberfläche zu bleiben, welche durch Zuzug von Quellwasser frisch und für die Tiere geeignet erhalten blieb. Außer der schon behandelten Lartetie beweist die große Individuenzahl der sonstigen Schnecken und das Vorhandensein von *Limnaea ovata*, welche in frischen Quelltöpfen im Jura gewöhnlich ist, und von *Pisidium pusillum* eine zusagende Zusammensetzung des Wassers (nebst reichlichem Futter von echten Wasserpflanzen), herbeigeführt durch Zufluß aus einer Quelle.

Am verflachenden Ufer des sonst tiefen Teiches siedelten sich zwischen den dichtstehenden Pflanzen die Mollusken an und verzogen sich in seichte Tümpel zwischen Moosen und Sumpfgewächsen (*Planorbis leucostoma*, *Limnaeus pereger*, *Pisidium fontinale*, *Scholtzi* und *milium*). *Zonitoides nitida* und die Succineen lösten am Rande die Wasserschnecken ab, weiter nach außen folgten die Schnecken des Sumpfmooses und die Bodentiere, zwischen welchen im Mulme der Weiden und unter dem toten Laube der Büsche die am weitesten gegen das Wasser vorgeschobenen Vorposten der übrigen Landschnecken saßen.

Die Wasserschnecken zeichnen sich gemeinsam durch dünne Schale, regelmäßigen Aufbau, einige durch geringere Größe, die turmförmigen durch ein spitzes, mit scharfer Spitze abschließendes Gewinde, engere, gewölbtere Umgänge mit tieferer Naht aus. Es sind das die charakteristischen Erscheinungen im unbewegten Wasser unter der Einwirkung pflanzlicher Zersetzungsprodukte, vor allem der Humussäure.

Als ein Beweis für den ruhigen Lebensgang, den die Tiere führen durften, mag noch der Umstand in Betracht gezogen werden, daß unter der großen Menge flach gewundener Schnecken, Planorben und *Valvata cristata*, Mißbildungen oder auch nur geringfügige Verbiegungen äußerst selten vorkamen. Von *Planorbis leucostoma* und *nautileus* und von *Valvata cristata* erhielt ich je ein mißbildetes Stück, obwohl gerade diese Arten leicht aus der Richtung kommen.

Daß die Temperatur der Teichwasser oder der demselben zuströmenden Quelle höher gewesen sei als die Durchschnittstemperatur ähnlich gelegener Teiche der Gegenwart, ist nach den Molluskenbefunden nicht anzunehmen. Die Schalen müßten dann wohl etwas derber sein. Im Hinblick auf den Reichtum der eine naßkalte Umgebung bevorzugenden Landmollusken (vielleicht auch in Berücksichtigung der dünneren Schale der Wasserschnecken) ist eher an eine niederere Temperatur zu denken.

Die aufgezählten Mollusken sind bis auf geringe Reste durch die Kultur aus dem Stuttgarter Tale verdrängt worden; aber mit Ausnahme von *Hyalina nitidula* und *Vertigo moulinsiana* gehören sie alle noch zur gegenwärtigen Fauna Schwabens. Von jenen beiden ist die erstere nördlich des Mains weit verbreitet, die andere wurde wenigstens vor 30 Jahren noch lebend im Rheintal gefunden.

Vertigo substriata ist aus den Tälern des Unterlandes verschwunden und hat sich in den engen, hochgelegenen Schluchten der Alb, in den kühlen Tälern des Schwarzwaldes und an den Rändern oberschwäbischer Sümpfe festgesetzt. Sie gilt allgemein als ein Glazialrelikt. *Lartetia exigua* findet sich ebenfalls nicht mehr in den Niederungen, hat aber im Randecker Maar noch eine Zufluchtsstätte behauptet.

Aus dem Vorausgehenden ergibt sich, daß sich zur Diluvialzeit im Stuttgarter Tale ein Teich befand, dessen Grund von Humus bedeckt und dessen Ufer von Pflanzen besetzt und von einem Sumpfgelände umzogen war, das durch Tümpel unterbrochen und von einzelnen Bäumen und Büschen belebt wurde. Eine kleine, lang-

sam ausfließende Quelle führte ihm frisches Wasser zu. (Ein Abfluß mag gegen den Nesenbach stattgefunden haben.) Wasser und Ufergelände waren von Schnecken bewohnt. Auf einem kleinen Raume entwickelte sich unter den günstigsten Bedingungen ein reiches Leben, wie wir es aus der Gegenwart von keinem ähnlichen Orte kennen. Wasser-, Sumpf- und Landbewohner fanden sich hier in einem geschlossenen Kreise zusammen, festgehalten durch das Wasser des Teiches, das ihnen Lebenselement war oder die geforderte kühle Temperatur und andauernde Feuchtigkeit garantierte.

Anhang.

Die Ostracoden, welche ich mit den kleinen Schnecken beim Ausschlämmen erhielt, übergab ich Herrn Pfarrer Sieber in Rottenburg a. N., welcher die Güte hatte, sie zu bestimmen. Ich überlasse ihm im nachstehenden das Wort.

Ostracoden.

Die Schalen sind gut erhalten, so daß die anatomischen Details erkennbar sind.

1. *Candona neglecta* Sars.

Die fossile Form stimmt in der Ansicht von der Seite und von oben, namentlich im Verlauf des Innenrandes, der Verwachsungszone, in den Porenkanälen und den zahlreichen Muskelabdrücken gut mit den von G. W. Müller[1] beschriebenen rezenten überein. Nur der Vorderrand ist etwas stumpfer und voller gerundet. Länge 1,3 mm; Höhe 0,7 mm; Breite geringer als die Hälfte der Länge. Die Tiere leben in Lachen und Tümpeln, welche im Sommer austrocknen.

2. *Candona pubescens.* Koch.

Das vorhandene Material genügt kaum zur sicheren Bestimmung. Diese fossile Form steht in den Umrissen von der Seite gesehen, in der Größe und in der Anatomie der Innenlamelle der von G. W. Müller und Vavra[2] beschriebenen so nahe, daß ich sie mit derselben für identisch halte, obwohl die Ansicht von oben nicht

[1] G. W. Müller, Deutschlands Süßwasser-Ostracoden. Zoologica Heft 30. Stuttgart 1900.

[2] Monographie der Ostracoden Böhmens. Prag 1891.

ganz stimmt; diese konnte jedoch nur an einem lädierten Exemplar beobachtet werden. Länge 1 mm, Höhe 0,6 m.

C. pubescens kommt in Tümpeln und Wassergruben vor, ist über ganz Europa verbreitet und findet sich fossil im Tertiär in England.

3. *Cypris reptans* Baird.

Eine der größten Formen, 2,5 mm lang und 1,1 mm hoch. Stimmt durchweg gut mit der von G. W. Müller beschriebenen Form überein. Rezent in ganz Europa verbreitet, bewohnt kleine Tümpel mit viel Wasserpflanzen und Algen; fossil im Tertiär.

4. *Cyprinotus salina* Brady.

Ist in dem untersuchten Material weitaus am zahlreichsten vertreten. Stimmt in allen Details mit der von mir in den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Bd. 61 (1905) beschriebenen Form. Nach G. W. Müller bewohnt dies rezente Tier Gräben und Tümpel, die auch im Sommer mit Wasser gefüllt sind und scheint sich in brackigem Wasser besonders wohl zu fühlen.

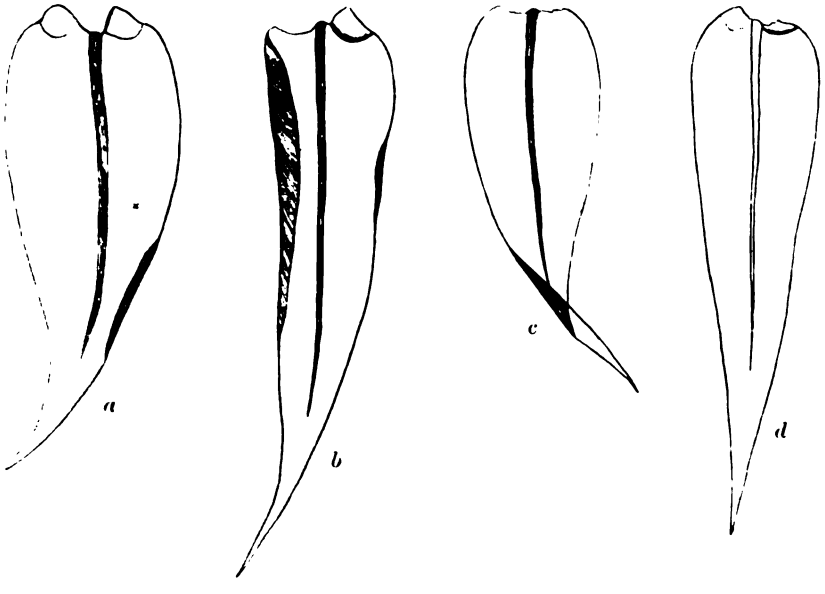
Es ist gewiß kein Zufall, daß diese *Cypris* auch in den Ablagerungen des Cannstatter Mammutfeldes massenhaft vorkommt.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Drepanocladus pseudofluitans. Altdiluviales Torflager von Stuttgart.
a—d. Blätter 20fache Vergrößerung.
e. Mittlere Zellen des Blattes a von der Stelle × 180fach.
f. Blattflügel von a 180 ×
g. Blattflügel von d 180 ×

Fig. 2. Rubus sp. Altdiluviales Torflager von Stuttgart.
Länge 4.59 mm
Breite 2.97 mm
Dicke 1.78 mm

Fig. 3. Rubus sp.
Länge 4,212 mm
Breite 2,754 mm
Dicke 1,358 mm



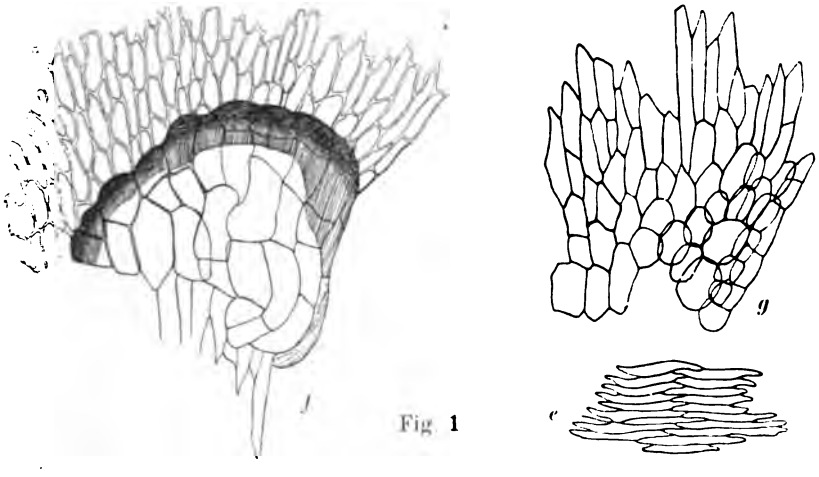


Fig. 1

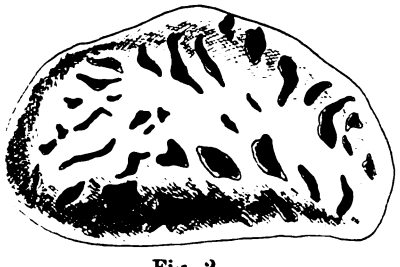


Fig. 2

Fig. 3

C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Beilage
zu
JAHRESHEFTE DES VEREINS FÜR VATERLÄNDISCHE NATURKUNDE IN WÜRTTEMBERG.
66. Jahrg. 1910.

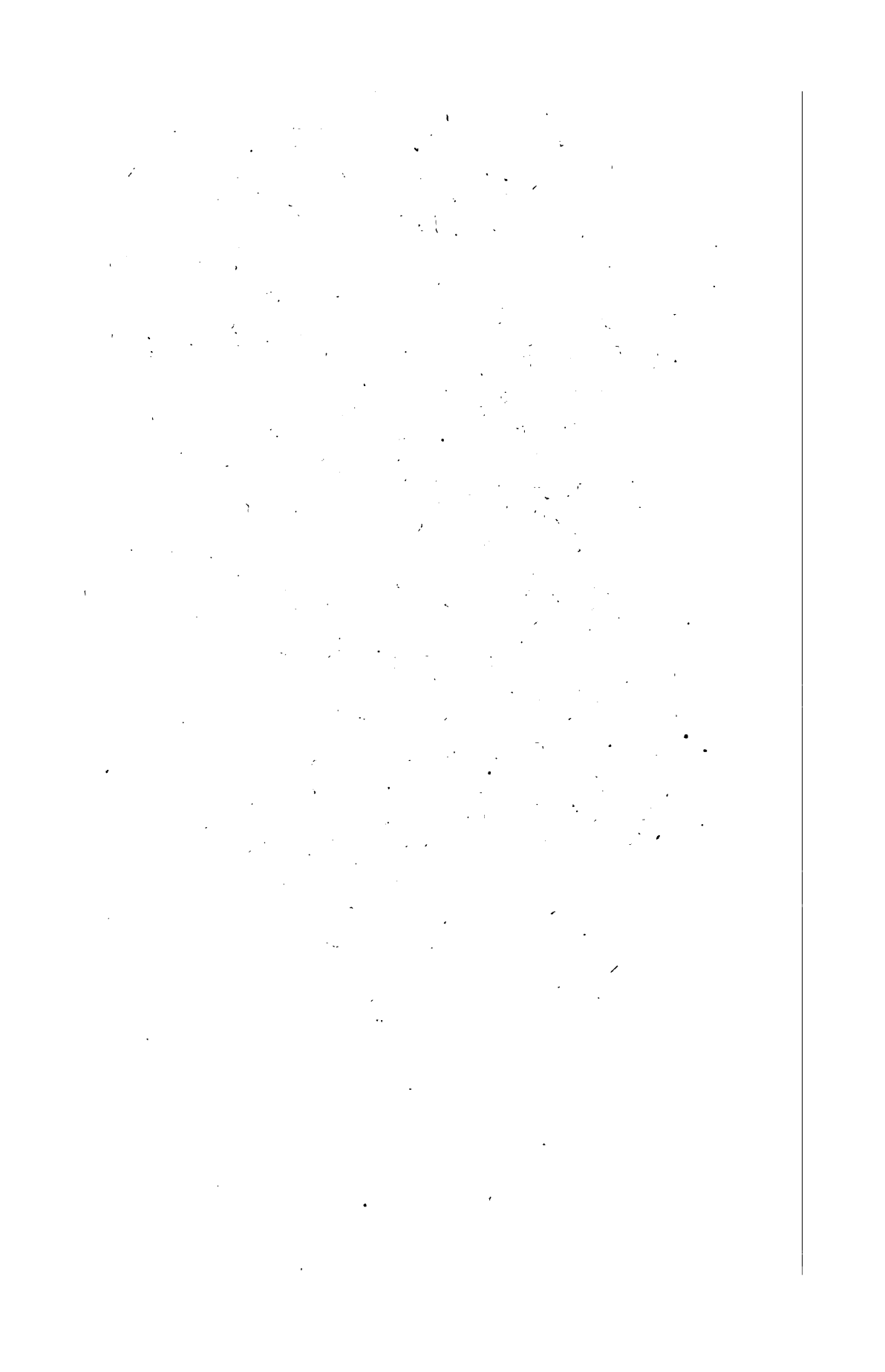
Mitteilungen
der
Geologischen Abteilung
des
K. Württembergischen Statistischen Landesamts,

herausgegeben von dem
K. Württ. Statistischen Landesamt.

No. 7.

Axel Schmidt: Ueber Fossilhorizonte im Buntsandstein des östlichen Schwarzwaldes.
M. Bräuhäuser: Beiträge zur Kenntnis des Rotliegenden an der oberen Kinzig. Mit 1 Textfigur.

Stuttgart.
1910.



Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Statistischen Landesamtes.
No. 7. 1910.

Ueber Fossilhorizonte im Buntsandstein des östlichen Schwarzwaldes.

Von **Axel Schmidt.**

Tierische Reste, abgesehen von den „*Chirotherium*-Fährten", gehören im allgemeinen zu den seltenen Funden im Buntsandstein Deutschlands. Im Norden[1] treten neben Wirbeltieren außerdem auch Muscheln und Schnecken auf und sind nach Süden zu im Odenwald, in der Gegend von Neckargerach[2] nochmals beobachtet worden. Dagegen beschränken sich die Funde weiter nach Süden zu, im eigentlichen Schwarzwald, fast ausschließlich auf wenige Stegocephalenreste. So sind im Buntsandstein des württembergischen östlichen Schwarzwaldes, wenn wir von den Estherien absehen, die vornehmlich in den hangendsten tonigen Schichten des oberen Buntsandsteins — Röthton der neuen württembergischen Spezialkarte, Symbol sor — an mehreren Stellen beobachtet sind, aber auch tiefer auftreten, bisher nur Stegocephalen-, und zwar Labyrinthodontidenreste, sowie ein Zahn von *Ceratodus priscus* E. Fraas[3] gefunden worden. Selbst diese Funde sind außerordentlich spärlich bisher gewesen. Denn wenn sie das Dutzend noch nicht erreichen, so darf diese geringe Zahl in einem Lande wie Württemberg, das schon seit alters sich mit Geologie beschäftigt und in dem seit Quenstedt die Zahl der Sammler und Liebhaber so gestiegen ist, tatsächlich als Maßstab für die Seltenheit derartiger Funde gelten.

[1] Vergl. E. Wüst, Fossilführung des mittleren Buntsandsteins der Mansfelder Mulde. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 79. 1907.

[2] Vergl. die Erläuterungen von Schalch zu den badischen Blättern Mosbach (1894) S. 8 und Epfenbach (1898) S. 16.

[3] *Ceratodus priscus* E. Fraas aus dem Hauptbuntsandstein. Berichte d. oberrhein. geol. Vereins. Offenbacher (37.) Versammlung. Stuttgart 1904.

Es war daher sehr auffallend, als 1907 bei den Aufnahmearbeiten für die neue geologische Spezialkarte im Norden auf Blatt Stammheim durch den Verfasser und nur wenig später im Süden, in der Schramberger Gegend, durch MANFRED BRÄUHÄUSER eine knochenführende Schicht, eine Art Bonebed, nachgewiesen wurde. Da die Schicht an beiden Orten in demselben geologischen Horizont liegt und auch in ihrer petrographischen Ausbildung, die von der der normalen Buntsandsteinbildungen erheblich abweicht, auffallende Ähnlichkeit aufweist, so hat schon damals der Gedanke nahegelegen, in ihr eine horizontbeständige durchgehende Schicht zu erblicken. Mit Rücksicht aber darauf, daß sie bei den sorgfältigen Kartierungen der vorher erschienenen Blätter Freudenstadt, Altensteig und Simmersfeld nicht beobachtet worden ist, schien es geboten, erst die dazwischen liegenden Blätter Nagold, Dornstetten, Sulz und Alpirsbach zur Beurteilung mit heranzuziehen.

Nachdem nun diese Blätter in der Aufnahme fertiggestellt sind, seien die Beobachtungen, über die der Verfasser schon in aller Kürze auf der letzten — 21. Dezember — Versammlung der Schwarzwälder Sektion des „Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg" in Tübingen berichtet hat, hier in erweiterter Form mitgeteilt.

Diese knochenführende Schicht ist jetzt in völliger Horizontbeständigkeit und genau der gleichen petrographischen Ausbildung aus der Gegend von Liebenzell bis nach Schramberg nachgewiesen worden, also auf eine Entfernung von etwa 70 km Luftlinie. Sie liegt an der Grenze des mittleren und oberen Buntsandsteins, also zwischen dem oberen oder „Haupt"konglomerat (smc2 der Karte) und dem Plattensandstein (so).

In ihrer petrographischen Zusammensetzung weicht sie erheblich von dem normalen Buntsandstein ab. Dolomitische Beimengungen walten in der Regel vor und besitzen im frischen Bruch eine kristallinisch glitzernde Oberfläche, im angewitterten Zustand erscheinen sie sandig-porös. Daneben treten noch in wechselndem Verhältnis stark manganfleckige Sandsteinbrocken auf, die ebenfalls ein carbonatisches Bindemittel haben. Endlich ist noch die Beteiligung von Tongallen, die etwa Pfennig- bis über 5 Mk.-Stückgröße besitzen, eine ziemlich reichliche, die von weißen Quarzgeröllen äußerst spärlich.

Diese abwechslungsreiche Zusammensetzung bedingt eine recht bunte Färbung des Gesteines. Die dolomitischen Partien sind fahlgelb bis rehbraun, die Sandsteine im allgemeinen lebhafter

rot gefärbt, als in den benachbarten Gesteinsschichten. Die Mangan- und Eisenhydroxydflecken besitzen rostig braunrote oder die üblichen schwärzlichbraunen, gelegentlich auch weißbläuliche Farbentöne. Die Tongallen haben graugrüne, graublaue, blaugrüne, violette bis tief violettbraune Farben. Da die benachbarten Gesteinsschichten im allgemeinen nur blaßrötliche Tönungen aufweisen, so fällt diese Schicht außerordentlich auf, zumal auch ihre Verwitterungsweise abweicht.

Die reichliche Beteiligung dolomitischen Materiales bedingt zunächst eine chemische Lösung dieses Bindemittels, der sehr bald dann eine mechanische Auswaschung der gelockerten Teile folgt. So geht eine locker poröse, zu Hohlkehlenbildung neigende Schicht hervor, die um so leichter erkannt wird, als sonst an der smc₂/so-Grenze die Sandsteinschichten eine mehr oder weniger intensive Verkieselung aufweisen.

Die Schicht besitzt in normalem Zustande eine Mächtigkeit von etwa Handhöhe, schwillt aber lokal zu Linsen von 0.7—0,8 m Dicke an.

Namentlich in diesen, aber auch in der normal mächtigen Schicht sind Knochenreste in wechselnder Häufigkeit verstreut. Sie heben sich infolge ihrer meist vivianitischen Erhaltung leicht auch aus dem bunten Farbenbilde ab. Entweder zeigen die Knochen noch ihre natürliche Umgrenzung oder besitzen scharfkantige Bruchränder. Irgendwelche auf Abrollung zu deutende Erscheinungen sind bisher an ihnen nicht beobachtet worden.

Bisher sind Kieferfragmente mit Zähnen, amphizöle Wirbelkörper, Rippenbruchstücke, Reste von Hautpanzerplatten und mehrere kleine Knöchelchen gefunden worden, die ich als Tarsalia oder Karpalia deute.

Die Schicht stellt also ein Bonebed dar und bildet so ein Analogon zu den Bonebedbildungen an der unteren und oberen Keupergrenze. Da dieses hier beschriebene Bonebed an einer gleichfalls wichtigen geologisch-stratigraphischen Grenze liegt, so könnte es als „Buntsandsteinbonebed“ bezeichnet werden.

Durch die Kartierung ist nachgewiesen, daß es höchstens 2 m unter bis 1 m über den letzten Quarzgeröllen sich einschiebt, nach denen bisher die smc₂/so-Grenze bestimmt und festgelegt wird. Infolgedessen würde sich die Schicht vorzüglich als Grenzschicht eignen und die Auszeichnung mit einem besonderen Symbol in der geologischen Karte rechtfertigen. Es hat sich aber gezeigt, daß es

unmöglich ist, diese Schicht auch unter dem dünnsten Schleier einer Verwitterungsrinde zu erkennen. Daher hat ihre besondere Kennzeichnung in der Karte unterbleiben müssen. In jedem Aufschluß des oben umgrenzten Gebietes, sei er natürlich oder künstlich geschaffen, ist sie aber beobachtet worden.

Diese Tatsache, daß die Schicht im verwitterten Zustande sich durch nichts verrät, erklärt es auch, daß sie auf den früher ausgegebenen Blättern Freudenstadt, Altensteig und Simmersfeld nicht zur Beobachtung gelangt ist, da diese Blätter an natürlichen Aufschlüssen an der smca/so-Grenze außerordentlich arm sind. Künstliche fehlen aber ebenso, denn auf den Blättern sind so reichlich andere für Werksteine geeignete Sandsteine vorhanden, und noch dazu meist in einer für die Abfuhr bequemeren Lage, daß Steinbrüche gerade in den Grenzschichten fehlen. Reichliche Waldbedeckung und Schuttbildung haben ebenso dazu beigetragen, daß die Schicht nicht entdeckt worden ist.

Die vielen Funde, die in der kurzen Zeit seit 1907 in dieser Schicht gemacht worden sind, haben den Gedanken nahegelegt, die älteren in der Literatur erwähnten Fundpunkte daraufhin zu prüfen, ob bezw. wieviel von ihnen diesem knochenführenden Horizont angehören. Dabei hat sich feststellen lassen, daß die Mehrzahl ihm zuzurechnen ist[1]. Nur zwei Funde, darunter der von Eberhard Fraas[2] beschriebene Teinacher Fund, haben sich teils infolge Fehlens genaueren Angaben, teils weil sie, wie der Teinacher, aus dem Abhangschutt aufgesammelt sind, nicht horizontieren lassen. Ebenfalls nur zwei Fundstellen liegen in sicher tieferen Schichten, darunter die ergiebige, aus der der Labyrinthodontenkiefer von Altensteig[3] stammt. Wir sehen also, daß zwar

---

[1] Der schon vorher erwähnte Zahn von *Ceratodus priscus* E. Fraas von Höfen bei Wildbad — vergl. Zitat auf S. 1 — ist auch hier mitgezählt, freilich mit einigem Vorbehalt, da der Zahn aus einem Block des Abhangschuttes, einem sogen. „Findling" stammt. Die petrographische Beschreibung des Fundes und die Beobachtungen im Felde deuten darauf hin, daß der Block mit dem Zahn höchstwahrscheinlich dem unmittelbaren Liegenden, keinesfalls viel tieferen Schichten des mittleren Buntsandsteins entstammt.

[2] E. Fraas, *Labyrinthodon* aus dem Buntsandstein von Teinach. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg. Bd. LVII. 1901. S. 318—320.

[3] Über diesen Fund vergl. Martin Schmidt, Labyrinthodontenreste aus dem Hauptkonglomerat von Altensteig im württembergischen Schwarzwald. Mitteil. d. geol. Abt. d. kgl. württ. stat. Landesamtes. No. 2. 1907.

der übrige Buntsandstein nicht vollkommen frei ist von Knochenresten, daß aber die weitaus überwiegende Zahl aller Funde bisher in dem knochenführenden Grenzhorizont gemacht worden ist. Die vorzügliche Erhaltung, die reichen Funde lassen mich hoffen, daß es nur erhöhter Aufmerksamkeit seitens der Sammler bedarf und nicht bloß eines glücklichen Zufalles, um eine größere Anzahl zusammengehöriger Labyrinthodontidenknochen aus dem Buntsandstein unseres Schwarzwaldes zu erbeuten.

Es sollen daher auch diese Zeilen unsere schwäbischen Sammler anregen, bei Sammeltouren im Schwarzwalde ihr besonderes Augenmerk der Grenzschicht des Hauptkonglomerates gegen den Plattensandstein zu schenken, da dem Gesagten zufolge hier die größte Aussicht vorhanden ist, gute Funde zu machen.

Die folgende Zusammenstellung der Orte, an denen diese knochenführende Schicht bisher nachgewiesen ist, macht naturgemäß keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Insbesondere wird sich die Zahl der Fundorte im Norden, im Bereiche des Blattes Calw, bei dessen Bearbeitung zweifellos vermehren. Sie will vielmehr nur den Beweis des ununterbrochenen Durchstreichens der Schicht vom Norden bis nach Süden erbringen und durch wenige Stichworte den einzelnen Fundplatz so charakterisieren, daß man an ihm die Schicht mit einiger Aufmerksamkeit erkennen kann.

Auf Blatt Calw:

Liebenzell. Steinbruch im „Mannsteig" unweit der Straße von Liebenzell nach Unter-Haugstett. Die Knochenschicht ist in typischer Entwicklung im Haldenschutt nachgewiesen. Infolge Steilheit der Steinbruchwände beim Besuch des Bruches in situ unzugänglich.

Calw. An der Straßenböschung der Straße nach Speßhardt, nahe am Kilometerstein 2, außerdem an der „Hafnersteige" von Calw nach Altburg (schon von QUENSTEDT genannt). Diese und vielleicht noch andere Fundpunkte der näheren Umgebung von Calw werden durch Herrn Bergrat SCHÜZ-Calw ausgebeutet, in dessen Privatsammlung sich reichliches und gutes Material, dessen paläontologische Bearbeitung von anderer Seite in Aussicht steht, vorfindet. BACH[1] kennt und erwähnt diesen Fundpunkt bereits 1869, O. FRAAS[2] schon 1863.

Auf Blatt Stammheim:

Sommenhardt-Lützenhardt. In Lesesteinen am Waldrande am Wege

[1] Erl. z. Bl. Calw. 1869. S. 8 u. 28.

[2] O. FRAAS in: „Das Königreich Württemberg etc." 1863. S. 221, hier sind die Reste als *Trematosaurus Brauni* BURM. bezeichnet.

von Sommenhardt zum Zavelsteiner Brückle nahe an der nördlichen Blattgrenze, etwa bei Punkt 558,1 des Blattes 1 : 25000.

Zavelstein. In Lesesteinen (Wegrandmauern) in den „Dorräckern".

Stammheim. In Lesesteinen am Waldrande westlich der Ölmühle und z. T. verstürzt im Schlittenbachtälchen bei der Ölmühle selbst, ferner im Beginn der vom Wege Stammheim—Bahnhof Teinach zum Bahnwarthause von Schneckenburger herunterziehenden Klinge und an der Kehre der von dem ebengenannten Wege oben abzweigenden Waldwege in den „Florsack" („Dickemer Ebene" der Karte).

Liebelsberg. In Lesesteinen nahe Punkt 583,9 und in der oberen „Reutenbergklinge", hier meist entblößt und anstehend.

Neu-Bulach. Anstehend im oberen Dürrbachbett, etwa 75 m vom Wegkreuz gegen NO. In Lesesteinen am „Wenzler-Brunnen-Weg".

Alt-Bulach. Anstehend und häufiger in Lesesteinen in der oberen Geringshalde.

Effringen-Trölleshof. Bei der Neu-Bulacher Säge, auch in Lesesteinen gegenüber in den höchsten nicht zugänglichen Wänden des Steinbruches (infolge Rutschung am Gehänge) gelegentlich zu beobachten.

Einen besonders guten Aufschluß, der viele Knochen geliefert hat und die petrographische Ausbildung vorzüglich zu studieren gestattet, bietet der Bachtobel und der gelegentlich betriebene Steinbruch an der Grenze der Markungen Effringen und Schönbronn am Westrande des „Hasenmärklen"-Waldes dar.

Wildberg. An der Furt im Zuge des Weges von Wildberg in den „Dolching"-Wald, im oberen „Heiligenbach", ferner in der oberen „Lützental"-Schlucht anstehend, ebenso in dem kleinen Steinbruch an der Straße Wildberg—Effringen, wo der Weg auf den Käppflensberg zur alten Brücke abzweigt.

Wildberg, rechte Nagoldseite. Anstehend in mehreren der kleinen Steinbrüche an der Hauptstraße von Wildberg über die Papierfabriken nach Unter-Sulz im Agenbachtale. Außerdem teilweise schon zugewachsen an beiden Ausgängen des Bettenbergtunnels. Vergl. Bach, Erl. z. Bl. Calw. 1869. S. 8.

Rotfelden. Anstehend in dem Steinbruch über der Rotfeldener Mühle im Schwarzenbachtal und — schwer zugänglich — in der Götzenbachklinge.

Auf Blatt Nagold:

Emmingen. Anstehend in der normalen, etwa handhoch mächtigen Entwicklung in den Bahn-An- und Einschnitten nördlich und südlich vom Bahnhof Emmingen (leicht zugänglich und ziemlich knochenreich!).

Mindersbach. Anstehend in dem Steinbruch im Nagoldtale. Die zu einer Linse anschwellende Schicht kann an ihrer abweichenden Farbe und Verwitterung schon vom Zuge aus erkannt werden, außerdem an dem Steinbruch an der Eisenbahnbrücke.

Blatt Altensteig:

An der Grenze dieses und des ebengenannten Blattes Nagold liegt der große Steinbruch an der Straße westlich Ebhausen—Wöllhausen, der in seinen obersten, häufig nicht leicht oder überhaupt nicht zugänglichen Teilen die Schicht in normalem handhohem, oder auch in der linsenförmigen Ausbildung zeigt. Beim Absuchen der Halden wird man stets einige Stücke mit Knochen

unter gewöhnlichen Umständen erbeuten. Dieser Fundpunkt ist auch schon QUENSTEDT bekannt gewesen, siehe Erl. z. Bl. Schwenningen. 1881. S. 10 und Handb. d. Petrefaktenkunde. III. Aufl. 1882. S. 249.

Im übrigen sind im Bereiche von Blatt Altensteig die Aufschlüsse in der Grenzregion gegen den Plattensandstein außerordentlich selten, und vielfach hindert auch Waldbestand oder reichliche Schuttbildung in den oberen Teilen der den Haupttälern sich zuwendenden Bachrisse, Tobel oder Klingen die unmittelbare Beobachtung, so daß die scheinbaren Unterbrechungen des Knochenhorizontes nach allen bisherigen Ergebnissen nicht auf sein Fehlen, sondern nur auf sein Nichtaufgeschlossensein zu deuten sein dürften.

Blatt Simmersfeld:

Das gleiche ist auch von Blatt Simmersfeld zu sagen, wo auch nachherige Begehungen nirgends das Anstehen der Schicht haben nachweisen können. Wir dürfen auch hier lediglich das Fehlen der künstlichen und natürlichen Aufschlüsse für das scheinbare Nichtvorhandensein der Schicht verantwortlich machen, zumal sie in Lesestücken an mehreren Stellen mit großer Wahrscheinlichkeit hat erkannt werden können. Solche Stellen sind:

Schmieh. An dem Fuß- und Waldwege, die von den Maienäckern ins Lautenbachtälchen herabführen.

Breitenberg. In den obersten Teilen der Fenchhalde und des linken (östlichen) Talhanges des Eitelesbächles.

Neuweiler. Am Wege von Hofstett nach der Agenbacher Mühle.

Berneck. In den „Bullenäckern“ und nördlich vom „Bruderhaus“, wo man besonders auch am Traufwege nach dem „Küblersfeld“, Markung Martinsmoos, Handstücke des Gesteines zuweilen aus dem Waldboden herausziehen kann.

Blatt Freudenstadt.

Das Fehlen von natürlichen und künstlichen Aufschlüssen an der smc2-/so Grenze im Bereiche des Blattes macht es von vornherein höchst unwahrscheinlich, hier den „Knochenhorizont“ aufzufinden. Übrigens sind gerade hier ausgedehnte Waldflächen vorhanden, die den Nachweis des Horizontes nicht leicht gestalten. Immerhin hat die Begehung der einzigen auf den ersten Blick Erfolg versprechenden Stelle diesen auch gezeitigt: In dem verlassenen Steinbruch im „Rodter Härdtle“ hat das Vorhandensein der Schicht zunächst mit großer Wahrscheinlichkeit im Abraum, dann auch ihre Lage in situ an der äußerst schwierig zugänglichen Partie der obersten Steinbruchwände festgestellt werden können. Eine baldige Zuschüttung der winzigen Stelle, die die Schicht zeigt, durch mit ihrem Wurzelwerk überhängende Forchen ist zu gewärtigen.

Blatt Dornstetten:

Bei Bearbeitung dieses Blattes ist das Vorhandensein der Schicht, sowie ihre petrographische Beschaffenheit schon bekannt gewesen. Es darf daher die Zahl der Funde bei der räumlich geringen Ausdehnung, die die smc2/so-Grenze hat, nicht auffallen. Sie ist nachgewiesen bei:

Lützenhardt. Im „Töbele“ und auf dem oberen Wege von Lützenhardt nach Hörschweiler und der Kirchsteige von Heiligenbronn nach Lützenhardt, teils anstehend, teils in sicheren Lesesteinen.

Am „Schwal“. Auf dem Wege zur Ruine „Rockesberg“ und Unter-Iflingen und in dem Hohlwege zur Schellenberghütte, hier zeitweise infolge von Regengüssen verstürzt.

Leinstetter Markung. In dem Steinbruch an der Straße zum „Schwal“.

Auf Blatt Sulz (noch nicht fertig aufgenommen),

bei dem sich der Buntsandstein auf den nordwestlichen Blattquadranten allein beschränkt, hat auch an 3 Stellen das Vorhandensein des Knochenhorizontes durch Lesesteine — unterhalb Unter-Brändi, am Wege von der Fürnsaler Säge nach dem Dorfe und in der „Tauchhalde“ bei der Ruine Lichtenfels — sowie in situ an ebenfalls 3 Stellen in unmittelbarer Umgebung von Bettenhausen ergeben. Wahrscheinlich ist ferner ihr Vorhandensein über der Fabrik Reinau.

Für die Blätter Alpirsbach und Schramberg hat mein Kollege Manfred Bräuhäuser mir liebenswürdigst folgende Zusammenstellung zur Verfügung gestellt:

Blatt Alpirsbach:

Betzweiler. Anstehend in der normalen Entwicklung als handhohe Schicht in dem kleinen Steinbruch an der Staatsstraße Alpirsbach—Aischfeld da, wo die neue Vizinalstraße nach Betzweiler abzweigt.

Betzweiler. In Lesestücken in der Klinge östlich vom Trollenberg — Schwenkenhof —, dicht neben der Verwerfung.

Wälde-Breitenau. In eben aus dem Schichtverbande gelösten und nur wenig abgeglittenen Gesteinsplatten am Hang des Obelsbaches, südlich vom „Hallwang“ (bei dem „O“ von Obelsbach der Spezialkarte in 1 : 25000).

Wälde-Breitenau. Lesestücke in der Schlucht des Weidenbrunnenbächles, nördlich vom Vorderen Stuhlhof.

Diese beiden ebengenannten Fundplätze sind räumlich von geringer Ausdehnung, da die eben am tiefen Talgehänge ausstreichende Schicht durch eine Verwerfung abgeschnitten wird, jenseits welcher Wellengebirge ansteht.

Peterzell-Reuthiner Markung. In Lesestücken in den oberen Schliffen des Krebs- und Wäschbaches.

Rötenberg. In Lesestücken am Steilhang des Kirnbächles, oberhalb der badischen Landesgrenze.

Rötenberg. Anstehend, aber leicht verstürzt, östlich des Dorfes am Bachrande, etwa bei Punkt 619,7 der Spezialkarte 1 : 25000.

Blatt Schramberg:

Rötenberg. In Lesestücken am Rande des Steilhanges beim „Zollhaus“, nur wenige Schritte von den Landesgrenzpfählen an der Straße nach Schiltach.

Aichhalden. Anstehend im Dorfe, durch Baugruben wiederholt, so auch im Herbst 1908 aufgedeckt.

Aichhalden. In Lesestücken unweit nördlich vom „Riesenhof“ am Waldtrauf.

Sulgau-Sulgen. In dem sehr großen und guten Aufschluß (Steinbruch) an der neuen Straße von Schramberg über Dunningen nach Rottweil.

Hier viele Knochenreste und charakteristisch ausgebildetes Gestein. Beim Sammeln hier ist aber zu beachten, daß infolge der nach Süden zu allgemein geringer werdenden Mächtigkeit des gesamten Buntsandsteins ein z. T. petrographisch ähnlich ausgebildeter Karneolhorizont des smc2 nur etwa 2 m tiefer liegt. Daher erscheinen hier auf den Halden infolge der Vermengung der beiden „faulen", für den Steinmetzer unbrauchbaren und deshalb bei Seite geworfenen Gesteinsschichten die Knochen seltener zu sein, als sie es tatsächlich sind.

Sulgau-Sulgen. In Lesestücken nachgewiesen, die bei einer Brunnengrabung östlich im Dorfe unter Buntsandsteinschichten zutage gekommen sind.

Über einen zweiten auffallenden Horizont, der freilich mit großen Lücken aus der südlichen Rhön bis nach Schramberg durchzugehen scheint, und der jene auffälligen, als Dinosaurier-Fährten gedeuteten Eindrücke enthält, über die Blanckenhorn[1] schon 1902 berichtet hat — die dort auf S. 103 beigegebene Abbildung stimmt mit unseren württembergischen Stücken durchaus überein —, wird demnächst Manfred Bräuhäuser berichten. Es sei nur jetzt schon hervorgehoben, daß eine gewisse Horizontbeständigkeit auch dieser Schicht nach den bisherigen Funden vorhanden sein dürfte.

Hinsichtlich einer dritten, ebenfalls vollkommen horizontbeständigen Schicht im Buntsandstein des östlichen Schwarzwaldes kann ich mich kurz fassen.

Petrographisch ist sie von ihrem Nachbargestein wenig oder gar nicht verschieden. Denn in den obersten Metern des Plattensandsteins, in denen sie sich einschaltet, und zwar meist etwa 5 m unterhalb der Röthtongrenze, kommen dieselben tonigen, feinkörnigen Sandsteine, die sie zusammensetzen, sehr reichlich vor. Auch die auffallende Anreicherung der hellen Glimmerschüppchen auf den Schichtflächen ist allen Bänken im obersten Plattensandstein ebenso durchgehend gemeinsam, wie die Tonbänkchen und Tonbestege, die die fossilführende Schicht begleiten. Sie enthält allerdings nur pflanzliche Fossilien, diese aber in reichlichster Menge und nicht selten in guten, bestimmbaren Stücken. Bisher sind aus dieser Schicht in Sammlungen vorhanden und durch die Aufnahmen der Landesanstalt nachgewiesen worden:

[1] Vergl. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1902. Protokolle S. 102—104.

Anomopteris Mougeoti Brongn.
Pinites cf. *ramosus* Blanckenhorn
Equisetites (Equisetum) Brongniarti Schimper
Equisetites (Calamites) arenaceus (Jäger) Bronn
Calamites remotus Brongn.
Megaphyton (Lepidodendron) Allani Brongn.

Besonders zahlreich haben sich die fertilen Wedel des erstgenannten Farnes in z. T. wirklich schönen Stücken in dem Steinbruch des Steinhauermeisters W. Schneider in Schönbronn, OA. Nagold, gefunden, von denen einige in die Sammlungen der Landesanstalt übergegangen sind.

Auch für diesen Horizont haben die Aufnahmen der Landesanstalt eine starke Vermehrung der Fundorte ergeben, und es hat sich dann bei Vergleich mit der älteren Literatur die gleiche Tatsache ergeben wie für den Knochenhorizont, daß nämlich die Funde in ihm ungleich zahlreicher sind wie in den anderen Buntsandsteinschichten. Daher seien in erster Linie die schwäbischen Sammler unter Hinweis auf die in den geologischen Spezialkarten und ihren Erläuterungen genau angegebenen Aufschlüsse auf diese Schicht aufmerksam gemacht. Eine Aufzählung aller Fundorte und der weiteren Stücke sei erst später gegeben, wenn die noch ausstehenden Blätter in der Nordwestecke des Königreiches mit ihren z. T. bedeutenden Buntsandsteinflächen — d. h. die Gegend um Calw, Herrenalb, Loffenau, Neuenbürg und Wildbad — aufgenommen sein werden.

Unser Buntsandstein ist nach alledem in paläontologischer Hinsicht nicht so schlimm wie sein Ruf. Fossilarm bleibt er noch immer, aber fossilfrei ist er nie gewesen. Es verlohnt sich daher schon der Mühe, wenn der schwäbische Sammler bei Ausflügen in den Schwarzwald Hammer und Meißel nicht vergißt, und den Grenzschichten des Hauptkonglomerates gegen den Plattensandstein und den obersten Metern dieses Horizontes, namentlich in künstlichen Aufschlüssen seine Aufmerksamkeit zuwendet.

Stuttgart, im Januar 1910.

Beiträge zur Kenntnis des Rotliegenden an der oberen Kinzig.

Von **M. Bräuhäuser.**

Mit 1 Textfigur.

Rotliegendes tritt an der oberen Kinzig mehrfach zutage, insbesondere in dem Gebiet der beiden Nachbarblätter Alpirsbach und Schramberg der neuen geologischen Spezialkarte des Königreichs Württemberg.

Es ist eingeschaltet zwischen dem kristallinen Grundgebirge und dem Buntsandstein. Wie bei den andern Schwarzwälder Rotliegendvorkommen schwankt die Mächtigkeit in recht weiten Grenzen. So wird bei Schramberg mit einer mehr als 500 m durchmessenden Schichtfolge von dyadischen Gesteinen die größte, in Südwestdeutschland überhaupt beobachtete Mächtigkeit des Rotliegenden erreicht, während schon beim nahen Aichhalden OA. Oberndorf, ebenso wie bei Alpirsbach usw., der Buntsandstein nur durch wenige Meter Rotliegendes vom Granit getrennt ist. Die Erklärung ist bekanntlich dadurch gegeben, daß es sich beim Rotliegenden nicht um Schichten handelt, welche — wie Trias und Jura Schwabens — in gleichmäßiger Lagerung und ähnlich bleibender petrographischer Ausbildung über weiten flachen Gebieten abgesetzt wurden. Vielmehr hat man es mit Ausfüllmassen zu tun, welche in Buchten und Senken einer einstigen Oberfläche, der Abtragungsfläche des kristallinen Grundgebirgs, angehäuft wurden. Diese wurden dadurch eingeebnet, aber ihr Verlauf blieb gekennzeichnet, und je nachdem die tiefer ins Grundgebirge einkerbende heutige Talbildung die Täler der einstigen dyadischen bezw. prädyadischen Landschaft kreuzt, läßt sich ein mehr oder weniger sicherer Überblick über deren topographische Grundzüge gewinnen. Derartige Beobachtungen lassen sich bei Schramberg, bei Rötenbach, auch im Kaltbrunn und in der Reinerzau anstellen. Die besten Querprofile durch dyadische Muldenfüllungen liefert aber der Steilabfall, mit dem die Hochfläche des

Eschach—Heimbachgebiets gegen die Täler von Kinzig und Schiltach abschneidet. Hier treten an verschiedenen Stellen unter den horizontal ausstreichenden Schichtbänken des Buntsandsteins tiefe, sackartige, mit Rotliegendem gefüllte Mulden, von der Erosion der neuen Zeit quer durchschnitten, zutage. Sie sind eingesenkt in den Granit des Triberg—Hornberg—Schiltacher Granitmassivs. Demnach muß zur Rotliegendzeit der vorher als Tiefengestein erstarrt gewesene Granit bereits das Taggebirge gebildet haben; es ergibt sich hieraus, daß nach der Zeit der Erstarrung des Granits große Massen überlagernder Gesteine abgetragen wurden, bevor der Absatz des Rotliegenden begann. Es liegt also hier ein großer zeitlicher Abstand vor.

Leider streichen aber all diese Rotliegendschichten gleich unter der triadischen Schichtentafel ein, welche mit starkem östlichen Fall zum Neckartal hinüber einsinkt. Allerdings ist hier durch Bohrungen die unterirdische Fortsetzung der dyadischen Schichten erwiesen, nur daß sie tief und immer tiefer unter Tag zu liegen kommen. Im Westen dagegen ist das Alpirsbach—Schramberger Rotliegende durch die breiten, tief ins Grundgebirge eingesenkten Täler der Kinzig und ihrer Zuflüsse abgeschnitten. So ist sein Gebiet eng umgrenzt. Dennoch treten auf diesem kleinen Raum die verschiedenartigsten Gesteine auf: Weiße, violette und graue Arkosen mit sehr viel Kaolin, grünliche, schwarze und graue Schiefertone, z. T. mit Pflanzenabdrücken, rote Tonletten oder rote und weißliche Tonsteine, pisolithische vulkanische Aschentuffe, gelbe dickbankige Dolomite und grobschüttige Abraummassen, deren Material vorwiegend dem nahen Grundgebirge entstammt, endlich kristalline, Felsbänder bildende Dolomite, durchzogen von roten Schnüren von Karneol. Durch diese Gesteinsbeschaffenheit erweist das Alpirsbach—Schramberger Rotliegende seine nahe Verwandtschaft mit den petrographisch sehr ähnlichen andern Rotliegendschichten des Schwarzwalds, insbesondere mit denen des untern Kinziggebiets und der Triberger Gegend. Auch die Lagerungsweise ist dort wie hier eine ganz entsprechende, obgleich ein unmittelbarer räumlicher Zusammenhang nicht besteht.

Die gewisse Verwandtschaft, welche alle carbonischen und rotliegenden Schichten des Schwarzwalds miteinander besitzen, läßt eine umfassende Altersgliederung durchführen, welche sich natürlich zunächst auf die Bestimmung des erhaltenen fossilen Materials, insbesondere der Pflanzenreste stützt. Dieser Einteilung lassen sich dann auch die fossilleeren Schichten nach stratigraphischen und

petrographischen Gesichtspunkten leicht und sicher einreihen. Diese grundlegende und bahnbrechende Arbeit hat besonders Eck („Geognostische Karte der Umgegend von Lahr mit Profilen und Erläuterungen, 1884) durchgeführt und seiner bewährten Gliederung sind die späteren Arbeiten der Badischen Landesanstalt mit vollem Recht gefolgt. Die wichtigsten von diesen sind zur Vergleichung mit Alpirsbach—Schramberg die von A. Sauer verfaßten Begleitworte zu den Blättern Gengenbach, Oberwolfach—Schenkenzell, Hornberg—Schiltach und Triberg. Außerdem sei auf die Erläuterungen zu Blatt Peterstal—Reichenbach von F. Schalch, sowie auf die Begleitworte zu den württembergischen Blättern Obertal—Kniebis und Baiersbronn von K. Regelmann, zu Freudenstadt von M. Schmidt und K. Rau verwiesen. Für die Bestimmung des fossilen Materials sei unter Erwähnung der Sandberger'schen Arbeiten auf die neu erschienene Arbeit von J. T. Sterzel: „Das Carbon und die Rotliegendflora im Großherzogtum Baden" aufmerksam gemacht. Sie ist veröffentlicht in den Mitteilungen der Badischen geologischen Landesanstalt, V. Bd. 2. Heft. Für die andern Arbeiten, insbesondere die von Eck, wird bei Erwähnung im folgenden je der Erscheinungsort genannt sein. Vergl. außerdem die Literaturübersicht, die — ohne erschöpfend zu sein — die wichtigeren einschlägigen Belege aufzählt.

Einteilung der Schwarzwälder Carbon- und Rotliegendschichten und Einreihung der Alpirsbach—Schramberger Vorkommen.

Die rascheste, beste und klarste Übersicht über alle in Betracht kommenden Bildungen gibt die von Eck in den Jahresheften des Württembergischen Vereins für vaterländische Naturkunde niedergelegte Arbeit: Bemerkungen über die geognostischen Verhältnisse des Schwarzwalds im allgemeinen und über Bohrungen auf Steinkohlen in demselben (Jahrg. XLIII. 1887. S. 322 ff.). Eck teilt[1] hiebei die Gesamtheit der besprochenen Ablagerungen in fünf Verbreitungsbezirke ein, welche „durch mehr oder weniger breite Zonen voneinander getrennt sind, in welchen auf kristallinen Gesteinen sogleich Schichten des Buntsandsteins lagern, soweit dieselben nicht späterer Zerstörung anheimgefallen sind". Der Bezirk, in welchen Alpirsbach—Schramberg eingewiesen werden, liegt zwischen Grenzen, welchen einerseits die Gneiszone vom Kandel nach Baiersbronn,

[1] Genaue und ausführliche Begründung findet die Altersteilung in Eck's Bearbeitung der Umgegend von Lahr.

anderseits eine vom Schauinsland bei Freiburg über den Steinsberg bei Waldau und den Kesselberg bei Triberg nach Königsfeld gezogene Linie darstellen. In diesen Landstreifen fallen außerdem die Ablagerungen von St. Peter, St. Märgen, östlich vom Ibichkopf, bei Altsimonswald am Brend, auf der Moos östlich vom Rohrhardtsberge, am Briglirain, zwischen dem Bahnhof Niederwasser und dem Kesselberg, sowie auf dem Hohnen nordöstlich von Triberg hüben, diejenigen zwischen Wittichen, Sulz bei Schapbach, dem Burgbacher Felsen und Friedrichstal drüben.

Die Einteilung wird die folgende:

Karneoldolomite und die erwähnten grobschüttigen Massen aus Grundgebirgsgesteinen	Oberrotliegendes (ro—rol der Kartenblätter Alpirsbach und Schramberg.
Dickbankige gelbe Dolomite, vulkanische Aschentuffe (anderwärts porphyrische Ergußgesteine), grünliche und rote Tonsteine, rote Tonletten	Mittelrotliegendes (rm).
Schwärzliche, grünliche und graue Schiefertone und kaolinreiche Arkosen	Unterrotliegendes (ru), z. T. auch Carbon.

Es sei gleich vorausgeschickt, daß zwischen Mittelrotliegendem und Oberrotliegendem ein ziemlich klarer Unterschied herrscht, während zwischen Unterrotliegendem und Mittelrotliegendem eine enge Verknüpfung besteht. So erscheinen z. B. an der Basis der roten Tonsteine (rm) fast immer die kaolinreichen, ins Unterrotliegende gerechneten Arkosen. Nicht stets bilden sie aber (wie am Rohrbach) eine eigens als ru kartierbare Unterschicht, vielmehr können sie auch als ganz dünne, nur 1 m erreichende Aufbereitungsbasis unter den Tonsteinen[1] erscheinen (Rötenbachtal beim Dorf Rötenbach) oder in Wechsellagerung mit Tonsteinen treten (Wasserriß bei „Auf der Staig“ über Schiltach), demnach bildet das Rotliegende hier eigentlich zwei Stufen: 1. Karneoldolomite und Oberrotliegendes, 2. Mittelrotliegendes und Unterrotliegendes. Dabei ist aber zu bemerken, daß das grobschüttige Oberrotliegende oft zu mächtigen Lagern anschwillt (Schramberg, Schapbach, Grüßgott-Tal im Kaltbrunn, Berneck in der Reinerzau), oft fast auskeilt (östlich von „Auf der Staig“ bei Schiltach, Adelsberg bei Rötenbach, in der Reinerzau, am Berbhardt im Kaltbrunn), während die Karneoldolomite auf

[1] Mit vollem Recht sagt daher Eck (Geognost. Karte der weiteren Umgebung der Schwarzwaldbahn, Lahr 1884), daß östlich von Schiltach Mittelrotliegendes unmittelbar auf Granit auflagert. Die betr. Vorkommen fallen auf Blatt Alpirsbach der neuen Spezialkarte.

weite Strecken (Hardt, Schramberg, Lehengericht, Bergzell, Rötenbach, Alpirsbach, Ehlenboger Tal, bezw. Schenkenzell, Kaltbrunn, Wittichen und Reinerzau, Berneck als gleichartiges Schichtband durchziehen, hiebei durchweg die Unterlage der Schichtfolge des Buntsandsteins bildend. Als dünne, aber weitverbreitete Schichtentafel überdecken sie, wie der folgende Buntsandstein, das weite Gelände nordöstlich einer von Tennenbronn nach Schapbach gehenden Linie und ruhen bald unmittelbar auf Granit und Gneis (Schapbach, Reinerzau, Ehlenboger Tal, Wittichen), bald ziehen sie über mächtige Lager von älterem Rotliegenden hinweg (Schramberg, Lehengericht, Fräulinsberg, Berneck in der Reinerzau). Dies wird später zu der Annahme führen, daß das grobschüttige Oberrotliegende (ohne die Karneoldolomite!) einstmals viel verbreiteter war, daß aber seine mächtigen Lager einer — wie im nachstehenden zu zeigen sein wird — prätriadischen Abtragungszeit zum Opfer fielen. Was damals verschont blieb, kam nach langer Überdeckung mit den später transgredierenden (vergl. das Blatt Schramberg!) Schichten der Karneoldolomite, der Trias und des Jura, im Tertiär wieder zutage, um von da ab, gemeinsam mit den noch erhaltenen Resten des Buntsandsteins und Teilen des unterlagernden Grundgebirgs der Erosion einer viel späteren geologischen Periode allmählich zu erliegen. Noch auffallender ist die Erscheinung, daß der Übergang zwischen Karneoldolomiten und unterem Buntsandstein ein ganz allmählicher, die Grenze eine völlig unscharfe ist und daß auch die besten Profile (z. B. dasjenige im Grezenbühl bei Alpirsbach) nicht erlauben, eine sichere Trennung der paläozoischen und mesozoischen Sedimente vorzunehmen. Dies ist um so unerwarteter, als zwischen Rotliegendem und Buntsandstein ja eine ganze Formation, der Zechstein, fehlt, dessen Schichten sich schon bei Heidelberg den dort genau wie hier entwickelten Karneoldolomiten unmittelbar anschliessen[1]. Es bleibt nur der Ausweg, entweder eine Aufarbeitungsmasse im Buntsandstein anzunehmen, die natürlich dem selbst durch Aufarbeitung zusammengeschafften ro-Gestein ähnlich bleiben mußte, oder die dolomitischen, manganhaltigen Schichten an der Basis des Buntsandsteins (unmittelbar übergehend in rod!) z. T. als Zechstein zu deuten (vergl. Erl. zu Bl. Schramberg).

Ebenso wie die Oberstufe des Rotliegenden in enger Verbindung an die nächsthöheren Sedimente sich anschließt, verbindet

[1] Erläuterungen zu Blatt Heidelberg. II. Aufl. S. 34 ff.

sich die Unterstufe vielfach (unteres Kinzigtal) mit Carbon. So wurde auch bei Schramberg nach solchen Analogien die Arkoseschicht lange als „Kohlensandstein“ [1] gedeutet, und dies, in Verbindung mit der richtigen Erkenntnis, daß hier die ältesten, nicht metamorphen Sedimente Württembergs zu finden waren, hat große Hoffnungen erweckt, produktives Carbon, Steinkohle, zu erschließen. Deshalb wurden hier und in der nahen Umgebung die vielen, leider ganz vergeblichen Bohrungen ausgeführt. Diese sind es aber, welche über die Lagerung der getroffenen Schichten, sowohl im Grund des Schramberger Talbeckens, als im östlichen Nachbarland (Neckargebiet) dem Geologen so viele wertvolle Aufschlüsse brachten [2]. Übrigens wurde bei Schramberg, wie auch Eck a. a. O. sagt, Carbon erwiesen. Allerdings sind die Tone vom Hammerwerk nach Sterzel weder sicher als Unterrotliegendes noch als Carbon bestimmbar (Sterzel). Aber wenn auch nur Unterrotliegendes hier zutage geht, so muß doch die viel mächtigere, darunter in der Weihergasse erbohrte Schichtfolge mit Kohleflözchen gewiß als Carbon gedeutet werden. So bleibt auch nach Sterzel Eck's Ansicht zu Recht bestehen und der Fall liegt in der Tiefe der Schramberger Bucht ebenso, wie bei den gleichartigen Schichten von Hinterohlsbach bei Gengenbach, von denen A. Sauer (Erl. zu Bl. Gengenbach S. 40) ausspricht, daß sich Unterrotliegendschichten, die durch Pflanzenreste als solche erwiesen sind, im Liegenden ein „weder durch petrographische Beschaffenheit noch durch Lagerung“ abweichender Komplex einschaltet „von weißlichgrauen, grob- bis mittelkörnigen Arkosen mit kohligen Zwischenschichten und einer kleinen, aber charakteristischen Flora, welche diese tiefsten Schichten dem Obercarbon zuweist“.

1. Das Unterrotliegende (ru) [3].

Das Unterrotliegende „ru“ besteht aus weißen, violetten und grauen Arkosen, grünlichen, selten rötlichen, mitunter grauen und schwärzlichen Schiefertonen. Die Arkosen sind einfach aufgearbeitetes Verwitterungsmaterial [4] des unterlagernden Hauptgranits. Über

[1] V. Alberti, Beiträge zu einer Monographie etc. S. 18.

[2] Eingehend bearbeitet von Eck (Jahreshefte 1887. S. 322 ff.).

[3] Die eingeklammerten Buchstaben beziehen sich auf die betreffenden Formationssymbole der neuen Spezialkarte 1 : 25000.

[4] Beim Unterrotliegenden, ebenso auch häufig beim Oberrotliegenden, ist der unterlagernde Granit an seiner Obergrenze deutlich und tief aufgewittert.

dessen mineralogisches und petrographisches Verhalten vergl. Erl. zu Blatt Triberg, Hornberg—Schiltach, Schramberg und Oberwolfach—Schenkenzell. Diese Arkosen definiert Schalch (Erl. zu Bl. Peterstal—Reichenbach S. 40): Sie „stellen bald mehr, bald weniger grobkörnige bis feinkörnige, neben Feldspat gewöhnlich auch ziemlich reichlich weißen Glimmer führende psammitische Sedimente dar, die bei frischer Beschaffenheit der Feldspäte bisweilen eine beträchtliche Härte erlangen und dann einen gradezu granitartigen Habitus annehmen können". Was hier vom Steinköpfle bei Oppenau gesagt ist, gilt genau ebenso für Schramberg und Schiltach. Am schönsten bestätigt dies das verkieselte Unterrotliegendvorkommen vom Käppeleberg östlich Schiltach. Das aus den einzelnen Mineralien des Granits zusammengesetzte Aufbereitungsprodukt, die ru-Arkose, ist hier durch nachträgliche Verkieselung zu einem splitterharten Gestein geworden, von dem A. Sauer (Begleitworte zu Bl. Hornberg—Schiltach S. 32/33) sagt, „daß manche feinkörnig-glimmerreiche Abänderung dieser Arkosen geradezu schwer von Graniten entsprechender Korngröße zu unterscheiden sind". Gerundet ist von dem Material wenig, nur mitunter erscheinen weiße, gerundete Kiesel, genau dieselben, wie sie Eck (Karte der Umgegend von Lahr) in den ru-Lagern der westlichen Landschaft oft beobachtet und bei der Aufzählung von Aufschlüssen mehrfach erwähnt hat (a. a. O. S. 77 und 78). Dagegen sind Konglomerate, namentlich im badischen Schwarzwald, nicht selten im Unterrotliegenden und kommen noch in naher Nachbarschaft vor. So spricht A. Sauer in den Erläuterungen zu Blatt Gengenbach (S. 42 ff.) stets ausdrücklich von „Geröllen" von pinitführendem Porphyr und H. Thürach beschreibt von Blatt Haslach (Erl. S. 23) reichlich nuß- bis kopfgroße, meist stark gerundete Geschiebe". Dagegen stimmt das Triberger Unterrotliegende, wie Sauer betont (Bl. Triberg, Erl. S. 25), mit dem hiesigen ganz überein und „grobe Konglomerate fehlen". Dies ist auch dadurch erklärlich, daß das Unterrotliegende sein Material stets aus nächster Nähe ent-

Diese alte Aufwitterungszone geht so unmerklich in das Unterrotliegende über, daß selbst im Aufschluß schwer zu entscheiden ist, wo die Grenze des nur aufgewitterten und des aufgearbeiteten Materials liegt. Deutliche Klüftungsebenen im schon mürben Gestein kennzeichnen den noch nicht zerstörten Granit, leichte Schichtung das sicher umgeschwemmte Material. Ganz ähnliches läßt das Oberrotliegende vom Wolfsbühl bei Schramberg beobachten. Vergl. hierzu W. Salomon, Besichtigung des Manganbergwerks im Mausbachtal. Versammlungsbericht des Oberrheinischen geologischen Vereins, Heidelberg 1909, S. 33.

nahm, daß nirgends ein weitgehender Gesteinstransport nachweisbar wurde. So sind die Konglomerate vom Nordrand der Moos (Bl. Gengenbach S. 43) durch lokale Aufarbeitung zusammengekommen, der betreffende Porphyr stand jedenfalls im Untergrund der nächsten Umgebung an; auf Blatt Haslach sind im ru-Konglomerat „nur von Gesteinen, die im mittleren Schwarzwald anstehend vorkommen", Rollstücke beobachtet (Erl. S. 24). So kommt man beim Überblick zu der Überzeugung, daß die Unterrotliegendschichten „in ehemaligen muldenförmigen südwest-nordöstlich streichenden Vertiefungen der Oberfläche des Grundgebirgs zum Absatz kamen", faßt Eck (Lahr) seine Resultate zusammen, und Sauer weist nach, daß die Rotliegendareale vom Mooswald und von Brandeck—Durlach getrennte flache Mulden darstellen, denen von verschiedenen Seiten petrographisch verschiedenes Gesteinsmaterial in entgegengesetzten Richtungen zukam, wodurch ein einstiges Vorhandensein eines trennenden Rückens sicher gestellt ist.

Analog verhält es sich, dem ganzen Charakter der Ablagerungen zufolge, bei Schramberg und Schiltach. Der flachgemuldete Querschnitt der Ausbisse am Gehänge (Lehengericht) und die einzig mögliche Rekonstruktion der Schramberger Mulde lassen im Verein mit der Zusammensetzung der Arkosen keinen Zweifel, daß es sich um Ablagerungen handelt, die in flachen Senkungen zusammenkamen, und die ihr Material dem Verwitterungsgrus des nächstgelegenen Grundgebirgs, dem Triberg—Schiltacher Granitmassiv entnahmen.

Die eigenartige, starke Kaolinbildung läßt wohl auf ein etwas anderes, wärmeres und feuchteres Klima schließen.

Kieselhölzer werden gegenwärtig seltener gefunden, doch waren sie früher häufig. In der Nachbarschaft, auf Blatt Peterstal, wurden (Erl. S. 43) „vereinzelte" Exemplare gesammelt und auch vom übrigen Kinziggebiet sind mehrfach Belege für Kieselholz vorhanden. Aus den Schramberger Schiefertonen[1] werden sie erwähnt (Sauer) und die in späteren jüngeren Schichten (Oberrotliegendes und Buntsandstein) als Rollstücke erscheinenden, gerade hier recht häufigen Kieselhölzer dürften z. T. schon aus ru stammen, das nachträglich aufgearbeitet wurde.

Die Schiefertone sind verschieden gefärbt. Am oberen Tierstein zeigt der Hohlweg grünliche und rötliche weiche Tone.

[1] Eine Angabe von Kieselholz aus dem Schramberger Bohrzapfen bezeichnet Eck als „nicht klar".

Beide Farbentöne erwähnt Eck mehrfach aus der Gegend von Lahr bei der Aufzählung der dortigen ru-Vorkommen. So z. B. von „nördlich vom Bürgerwald am Trettenbach, im Schönbachtal bei den Gehöften an der Kapelle, an der Chaussee von Lahr nach Schönberg am Südabhange des Rebbergs und am Südostgehänge der Anhöhe westlich davon, südlich von Weiler, am Nordgehänge des Wolfersbachtals, vom Rebio, von Hohengeroldseck und am Rauhkasten. Die meisten Schramberger Schiefertone aber sind grau bis schwärzlich. Ebensolches Gestein enthält das ru „Auf der Staig" bei Schiltach. Bezüglich der Pflanzenfunde sei als zeitlich letzte größere Veröffentlichung auf Sterzel verwiesen, wo aus den Citaten auch die älteren Arbeiten zu ersehen sind. Viel Literaturmaterial machen die älteren, bereits erwähnten Arbeiten von Eck namhaft, worin die reichen eigenen Feststellungen dieses Forschers unter genauester Quellenangabe mit denjenigen der vorhergehenden Autoren verbunden sind. Besondere Erwähnung verdient der Streit, den Eck mit Sandberger führte und in welchem Eck vollständig Sieger blieb. Sandberger hatte die Schramberger Tonschiefer 1864 zum Kohlengebirge, 1876 zum Unterrotliegenden und 1890 zum Mittelrotliegenden (Lebacher Schichten) gestellt (vergl. Literaturverzeichnis), während sie Eck vornherein richtig gedeutet und eingereiht hatte.

In stratigraphischer Hinsicht ist die sehr vielfache Wechsellagerung von Arkose und Schieferton beachtenswert, wie sie z. B. der Stollen der Steingutfabrik zeigte. Man vergleiche damit die ganz entsprechenden Verhältnisse im Bohrloch an der Rinkhalde, dessen Profil von K. Regelmann in den Begleitworten zu Blatt Obertal—Kniebis, S. 42, festgehalten ist. Dort scheinen die Schichtbänder etwas mächtiger, während bei Schramberg schon auf 1 m Höhe ein drei- oder viermaliger Wechsel von Arkose und Schieferton vorkommen kann.

2. Das Mittelrotliegende (rm).

Das Mittelrotliegende (rm) besteht aus basalen Arkosen, roten und grünlichen Tonsteinen, vulkanischen Aschentuffen, roten Tonletten mit eingelagerten glimmerigen Sandsteinen und gelblichen Dolomiten. Wie erwähnt, stimmen die Arkosen ganz mit denen überein, welche im Verband von ru auftreten. Und an manchen Stellen (Rohrbach) schwellen diese Lager an und verbinden sich mit echtem Unterrotliegendem, an andern (Scheurenbühl und Diepoldsberg bei Rötenbach) stellen sie nur 30 cm bis 1 m starke Auf-

arbeitungsbreccien dar, welche die Auflagerungsfläche mächtiger roter Tone und Aschentuffe auf Granit überkleiden.

Die Ungenauigkeit dieser Grenze hat A. Sauer erwähnt, wenn er empfiehlt (Erl. zu Hornberg—Schiltach S. 34) nicht außer acht zu lassen, daß „entgegen der kartographischen Darstellung die Grenze von rm gegen die liegenden (dem ru zugezählten) Arkosen nicht scharf, sondern im Gegenteil sehr verschwommen ist".

Bei der Kartierung von Blatt Alpirsbach und Blatt Schramberg wurde deshalb die Grenze von ru und rm höher gelegt, als die unmittelbar beobachtbare letzte Arkosebank erforderte. Grund hiezu war die Erwägung, daß häufig genug rote Tone noch im ru auftreten (vergl. S. 18/19, Eck, Lahr S. 77). Der Fall ist nicht vereinzelt.

So sagt Sauer (Erl. zu Bl. Gengenbach S. 44): „Während im Durbacher Gebiet Arkosen bis in die hangendsten Teile des Unterrotliegendprofiles ein vorherrschender Bestandteil sind, stellen sich im Mooswaldareale bei Guckinsdorf und Grünberg oben als Hangendes der Arkosen mächtig entwickelte, bis 30 m mächtige Letten (rul) ein." Diese Gesteine werden also dort mit zum Unterrotliegenden gezogen. Sauer fährt fort: „Dieselben sind an erster Stelle kleinbröckelig, bald recht homogen, bald etwas sandig, bisweilen mit kreisrunden weißen Tupfen versehen. Unterhalb Holiswald bildet der obere Teil dieser Letten eine kleine, 8—10 m hohe Terrainstufe, über welche das Kuhbächle als kleiner Wasserfall herabfällt. Bei Grünberg besitzen diese hangenden Letten bald rote, bald grauviolette, selbst weißlichgraue Färbung und eine massige Beschaffenheit, Festigkeit und Härte, um lebhaft an Tonsteine und Tuffe zu erinnern. Es mag gestattet sein, hier darauf hinzuweisen, daß den roten Letten am Langhärdle, die man als unteres Mittelrotliegendes deutet, bei petrographisch ähnlicher Ausbildung eine annähernd gleiche Stellung im Rotliegendprofil zukommt."

Da auch bei Triberg rote Letten („le") große Verbreitung haben und insbesondere den oberen Horizont des Unterrotliegenden kennzeichnen, so kann eine übereinstimmende Auffassung bei Schiltach—Schramberg nur dahin führen, die so unscharfe Grenze von ru gegen rm über den Arkosen in die roten Tone zu legen.

Im Wasserriß nördlich „Auf der Staig" kommt außerdem eine Wechsellagerung der Arkosen mit tiefroten Tonletten zustande.

Die Hauptmasse dieser tiefroten Tonletten ist auf Blatt Alpirsbach am Fräulinsberg und im Dachsloch, beim Conradsbauernhof und bei der Holzebene, auf Blatt Schramberg im Herrenwald und bei der Rotlach gut erschlossen zu sehen. Näheres über diese Schichten siehe in den Begleitworten zu Blatt Schramberg S. 32 ff. Eine chemische Analyse (s. a. a. O. S. 91) ergab den befriedigenden Gehalt an Pflanzennährstoffen und erklärt, warum diese Schichten überall von der Kultur herausgefunden und inmitten von steilem

Waldgebirg zu Rodungen und Siedelungen benutzt wurden. — In Verbindung mit den mächtigen Lettenlagern stehen:

1. Grüne bis graugrüne, kalkig-tonige Bänke, in welchen neuestens auch Pflanzenabdrücke gefunden sind. Vielleicht gelingt es, hier zur Bestimmung brauchbares Material zu erlangen. Fundort: Unterhalb Diepoldsberg bei Rötenbach OA. Oberndorf. (Vergl. z. B. den bei einer Exkursion unter Leitung von Eck's gemachten Fund eines Farns im rm vom obern Murgtal; derselbe befindet sich in der Sammlung der Kgl. Technischen Hochschule in Stuttgart.)
2. Rote und rotbraune Sandsteine mit reichlichem Glimmergehalt. Sie erscheinen mitten im rm sowohl „Auf der Staig" als an der Rotlach im Lehengericht.
3. Tonsteine. Dieselben werden mitunter als Material zu Wetzsteinen für Sensen und Sicheln ausgenützt.
4. Echte pisolithische Aschentuffe von grauer oder grauroter Grundfarbe, bisweilen mit eingeknetetem eckigem (Zerspratzungs-?) Material.
5. Dickbankige gelbe Dolomite, leider fossilfrei.

Ähnliche sind weiter westlich beobachtet worden[1]. Auch die Neigung zu sekundärer Verkieselung (vergl. Erl. zu Bl. Oberwolfach—Schenkenzell S. 49), welche im entsprechenden Horizont am Fräulinsberg zur Bildung dunkler Feuersteine geführt hat, scheint weiterhin verbreitet zu sein. So sagt Sauer von einem Bänkchen „vom Aussehen fast wie dichter Dolomit, jedoch völlig frei von Carbonaten" und bemerkt gleich nachher: „Es ist nicht unwahrscheinlich, daß hier Karneol jetzt die Stelle von Dolomit einnimmt, da eine solche Umbildung[2] eine sehr häufige, für Dolomit beinahe charakteristische Erscheinung ist" (Erl. zu Bl. Gengenbach S. 46). Vergl. übrigens hiemit auch die Karneoldolomite des Oberrotliegenden und die Dolomit-Karneolhorizonte des Buntsandsteins. Das Mittelrotliegende ist anderwärts die Periode der großen vulkanischen Aus-

[1] Eck nennt sie (Württembergische Jahreshefte 1891. S. 225) von Sulzbach, Michelbach, Gaggenau, Rotenfels, Schwarzenberg, Langhärdtle und auch eben von Schiltach.

[2] Über Verkieselungserscheinungen im Odenwälder Zechsteindolomit vergl. Erläuterungen zum hessischen Blatt Erbach S. 23. Über eine chemische Deutung vergl. M. Seebach: Über das Manganbergwerk im Mausbachtal bei Heidelberg. Bericht über die Tagung des Oberrheinischen geologischen Vereins in Heidelberg 1909. S. 112 ff., bes. S. 114.

brüche (vergl. die Arbeiten von Eck sowie Erl. zu Bl. Gengenbach S. 46 ff., Bl. Zell a. H. S. 36, Bl. Haslach S. 24, Bl. Peterstal S. 44 ff., Bl. Obertal S. 46 ff.). Am anschaulichsten ist diese stratigraphische Einreihung der vulkanischen Ergußdecken dargestellt in den Profilen von Eck (Lahr), in den Querprofilen zu Blatt Obertal—Kniebis von K. Regelmann (vergl. auch Erl. hiezu sowie zu Bl. Baiersbronn S. 36). Bei Obertal—Kniebis ist besonders schön der Nachweis des mächtigen Stils, der Durchbruchsstelle, von der aus die Ergußdecken der Quarzporphyre sich ausbreiten. Genau petrographisch wird erwiesen, wie von dieser zur Tiefe hinabsetzenden Füllmasse des einstigen Ausbruchweges nach den Rändern hin die Änderung des Gesteins fortschreitet, bis nach der Zerspratzungszone das Gebiet der Tuffe und Tonsteine kommt. Auch im vorliegenden Alpirsbach—Schramberger Gebiet finden sich Aschentuffe, und zwar

1. südlich vom Adelsberg auf Markung Rötenbach,
2. an der Rotlach im Lehengericht.

An beiden Stellen streicht aber rm sofort unter ro und Buntsandstein ein. Also liegt hier wahrscheinlich bergeinwärts mehr vulkanisches Material verborgen. Überhaupt scheint hier sehr viel rm zu lagern, das allerdings bei Schiltach nach West hin an einer Verwerfung abschneidet, während es weiter im Norden nur als Füllmasse einer, allerdings steil einfallenden Mulde auftritt. Diese ist schuld, daß im Gehänge des Rötenbachtals die Grundgebirgsobergrenze so steil nach Ost abfällt und statt der prächtigen Granophyrgänge der Teufelsküche nur mehr Tonsteine am Hang gefunden werden.

Es liegt nahe, wo vulkanisches Material sich findet, nach der Ausbruchsstelle zu fragen. Schalch denkt (Erl. zu Bl. Königsfeld—Niederschach S. 27) an die aus der Nordwestecke dieses Blatt beschriebenen Porphyre und sagt: „Die Deckenporphyre von Blatt Königsfeld stellen gewissermaßen die Verbindung der Ablagerungen des mittleren Rotliegenden mit den gleichalterigen Bildungen oberhalb Schiltach her. Sie lassen darauf schließen, daß das mittlere Rotliegende innerhalb des ganzen zwischenliegenden Gebietes[1] einst eine bedeutend größere Ausdehnung hatte und die jetzt noch vor-

[1] Im Grundgebirge der Schiltach—Schramberger Gegend finden sich nirgends Gesteine, welche eventuell als „Stile“ porphyrischer Masse erklärbar wären, wie z. B. Sauer bei „kristallreichen Porphyren“ auf Blatt Gengenbach vermutet (Erl. zu Gengenbach S. 54).

handenen Überreste nur die Reste einer einst eine beträchtliche Verbreitung besitzenden größeren Decke darstellen.“ Letzteres ist gewiß richtig, aber es wäre noch näherliegend, die vulkanischen Aschentuffe, die sich sicher bergeinwärts fortsetzen, mit den Quarzporphyren in Verbindung zu bringen, welche nach Eck (Württ. Jahrbücher, 1887. S. 346) bei Oberndorf, mit grauen und grünlichen (cf. Rötenbach!) Schiefertonen zusammenlagernd, erbohrt worden sind. Demnach wären die Schiltacher und Rötenbacher Aschentuffe und Mittelrotliegendgesteine zu deuten als äußerste westliche Teile eines größeren Verbandes von Mittelrotliegendem, der an Umfang vielleicht den großen bekannten rm-Vorkommen im badischen Schwarzwald gleichkommt. Dessen Hauptmasse liegt aber mitsamt den — durch die Bohrung erwiesenen — porphyrischen Ergußdecken in der jetzigen geologischen Epoche noch unter den Triasschichten verborgen, während vereinzelte randliche Bildungen durch das tief einkerbende Talsystem der Kinzig erreicht und bloßgelegt worden sind. Vergl. auch die halbkreisförmige (Rötenbach—Schiltach—Lehengericht) Anordnung der zwischen Trias und Granit hervorstoßenden Mittelrotliegendlager. Mittelpunkt dieses Kreises wäre Oberndorf!

Außer bei Schiltach ist das Mittelrotliegende in der Tiefe unter Schramberg erbohrt (vergl. Eck), geht aber hier nicht zutage, es sei denn, daß man einen Teil der tiefroten, tonreichen Lagen beim Bahnhof, welche hier tief im ro, nahe über ru hervorsehen oder die entsprechende Schicht über dem ru im Kirnbach als Mittelrotliegendes deuten will.

Ein weit entferntes kleines Fleckchen mit echten Mittelrotliegendtonsteinen liegt im Kaltbrunn, am Ausgang des Grüßgott-Tälchens; es verrät sich ähnlich wie die Rötenbacher, Bergzeller und Lehengerichter rm-Gebiete durch viel weichere Gehängeformen, die zwischen den Steilhängen des Grundgebirgs auffällig sind. Auch die Nässe über den schwer durchlässigen rm-Tonen ist überall bezeichnend.

Rückbezüglich auf die Dolomitlager in rm sei bemerkt, daß nach Eck die Bohrung bei Rheinfelden (Schweiz) als Mittelrotliegendes sogar folgende Gesteine traf: Rote, grünäugige Tone, z. T. mit Säuren brausend, hier und da mit Gipsspuren, spärliche schwache Sandsteinschichten einschließend (vergl. oben!) mehrfach mit Kalkstein-Einlagerungen.

Die Bezeichnung „rote, grünäugige Tone“ paßt auch auf alle roten Tonschichten des vorliegenden Gebiets, ebenso wie fürs untere Kinzigtal. Sogar größere „schmutzig-grünlichweiße Partieen zwischen

der roten Lettenmasse" kommen hier wie dort vor. (Erl. zu Bl. Gengenbach S. 46.)

3. Das grobschüttige Oberrotliegende (ro).

Das grobschüttige Oberrotliegende besteht aus eckigem, nur z. T. kantengerundetem Schuttmaterial, das fast ausschließlich dem Grundgebirge der näheren Umgebung entnommen ist[1]. Verbunden ist das Material durch ein lettig-toniges, tiefrotes Bindemittel. Leicht dolomitische Verkittung ist selten und dann meistens durch beginnende Verkieselung ersetzt. Die betreffenden Stellen zeichnen sich dann durch licht-gelbe Verfärbung aus. Richtige Gerölle sind selten. nur bei reinen Quarzen kommt mitunter Rundung vor (vergl. ru!). Vielleicht handelt es sich um mehrfach umgelagerte, aus dem Unterrotliegenden aufgenommene Stücke. Bemerkenswert ist das reiche Vorkommen von windgeschliffenen Kantengeschieben, z. T. mit prächtiger glasiger Politurrinde[2], die sich allerdings bei der Verwitterung rasch[3] verliert. Es liegt nahe, hieraus Schlüsse auf klimatische Verhältnisse jener Zeit anzuknüpfen, welche der Periode der dyadischen Ablagerungen Norddeutschlands (Staßfurt!) vorausging. Doch würde dies hier zu weit führen. Einer Lage riesiger. merkwürdigerweise wohlgerundeter Blöcke im ro vom „Höfle" bei Schramberg sei auch nur kurze Erwähnung[4] getan. Ihr Material besteht aus Granit und Ganggranit der Nähe. Ob nicht auch noch andere Gesteine (Gneiß?) mit enthalten sind, ist beim jetzigen Stand des kleinen Aufschlusses nicht zu sagen. Mehrfach wurden Kieselhölzer, leicht abgerollt, gefunden. Sie sind aus älteren Sedimenten (wahrscheinlich ru) entnommen. Also legt sich ein Schluss auf alte Transportwege nahe. Dieser Schluß wird zur Gewißheit durch zahlreiche Rollstücke von verkieseltem Porphyrtuff; die Vergleichung der

[1] Vergl. z. B. Erläuterungen zu Blatt Heidelberg, II. Aufl. 1909. S. 33. wo über das Oberrotliegendes gesagt wird: „Der vollständige Mangel an wohlgerundeten Geröllen deutet an, daß der Transport des Materials kein weiter war. ferner, daß eine Abrollung an der Küste durch die Bewegung der Brandung nicht stattfand. Wir dürfen die Agglomerate daher wohl der Hauptmasse nach als subaerisch entstandene Trümmermassen ansprechen". Letzteres trifft auch für Alpirsbach und Schramberg zu.

[2] Vergl. M. Schmidt, Kantengeschiebe im obern Rotliegenden von Schramberg. Bericht über die 38. Versammlung des Oberrheinischen geologischen Vereins in Konstanz 1905.

[3] Vergl. Erl. zu Bl. Schramberg S. 35.

[4] Näheres s. Erl. zu Schramberg S. 34.

Handstücke ergibt, daß er vom Kesselberg bei Triberg stammt, also in südwest-nordöstlicher Richtung herbeigeschafft wurde. Jetzt allerdings lagert zwischen hier und Triberg (Tennenbronner und Lauterbacher Berge) Buntsandstein unmittelbar auf Granit auf, so daß die Deutung zunächst schwer scheint. Dieser Widerspruch löst sich indes einfach (cf. S. 15 u. 22/23).

Wie ru, lagert auch ro offenbar in Talmulden der alten Landschaft. Aber diese sind nicht mehr so flach. Vielmehr beweist eben Schramberg durch die mehrere hundert Meter mächtigen ro-Massen die Erfüllung einer tiefen Senke. Dieselbe Füllmasse schneidet das „Aichhalder Loch" an, es handelt sich also um ein südwest-nordöstlich ziehendes dyadisches Tal, dessen Richtung auf Oberndorf deutet, wo auch wirklich 481,3′ = 138 m ro erbohrt wurden! Ein zweites Tal dieser Art scheint vom Schapbachtal (Bl. Oberwolfach) über den Kaltbrunn gegen das sog. Strohloch zu laufen und wird von den Talzügen des Kaltbrunn und der Reinerzau geschnitten, wobei hüben (Grüßgott, Auf der Lai) und drüben (Berneckschlucht) der Granit plötzlich abfällt, um gewaltigen ro-Lagern Platz zu machen. Auch dieses dyadische Tal läuft SW—NO und verschwindet hiedurch östlich unter dem Buntsandstein der Schömberger Höhen, während im Westen das Schapbachtal seine Muldung bloßlegt (s. Bl. Oberwolfach).

4. Die Karneoldolomite (rod).

Die Karneoldolomite sind in den Erläuterungen zu Blatt Schramberg (S. 36 ff.), ebenso in den sämtlichen Erläuterungen der badischen Nachbarlandschaft so eingehend beschrieben, daß hierauf verwiesen sei unter nochmaliger Betonung ihrer Eigenschaft, ganz gleichmäßig über rm, ro oder Gneiß und Granit hinwegzutransgredieren. Dabei scheint der Karneoldolomit „insofern überall mit dem Buntsandsteinprofil verbunden, als er durchweg dessen Basis bildet". Außerdem besteht hier die vorerwähnte lückenlose Verknüpfung. Dagegen scheint der Karneoldolomit unter sich eine ziemlich eben abgehobelte Abtragungsfläche vorgefunden zu haben, die aus Granit und Gneiß bestand; die vorher vorhanden gewesenen Mulden waren mit älterem Rotliegendem erfüllt, das nach oben ebenfalls von der Abtragung eben abgestrichen war. Vergl. ganz einfach das geologische Blatt Schramberg, besonders das Durchlaufen des rod-Bandes über die Schramberger Bucht ins Lehengericht hinüber! Ein gleiches Bild bietet die Berneck (Bl. Alpirsbach). Aller-

dings schwankt rod in seiner Mächtigkeit noch nach den Niveaudifferenzen seiner Unterlage, aber die Beträge sind ganz andere als bei ro. Es steht nichts im Weg, die letzten vereinzelten Bildungen von ro mit dolomitischer Entwicklung, z. B. am Untertischnecker Berg zu rod zu ziehen, die kleine Schicht am Fuß der Hochsteig westlich Schramberg gehört sogar sicher hieher (vergl. Erl. zu Hornberg—Schiltach und zu Schramberg). Ob die von SCHALCH nachgewiesenen letzten Rotliegendvorkommen (Erl. zu Königsfeld—Niedereschach S. 27) Verwitterungsreste von ro oder, was (Dolomitgehalt!) wahrscheinlicher ist, Ausläufer von rod sind, ist ohne Belang für die Beobachtung, daß die Transgression dieses Karneoldolomitkomplexes sicher nicht viel weiter nach Südwesten griff, als etwa die Linie Tennenbronn—Schapbach (vergl. oben S. 15, Bl. Hornberg, Bl. Triberg, Bl. Schramberg). Der petrographisch vollständigen Gleichartigkeit der hiesigen Dolomite mit denen der Heidelberger Gegend sei ausdrücklich Erwähnung getan; sie stimmen nämlich genau mit denen überein, welche im Odenwald den Zechstein unterlagern. Allerdings besteht dort ein deutlicher petrographischer Unterschied zwischen den Rotliegenddolomiten und dem Zechsteindolomit.

Lagerungsweise und Tektonik.

Schon beim Unterrotliegenden war erwähnt, daß es sich in flachen Mulden, Talzügen eingelagert habe, ebenso beim Oberrotliegenden. ECK betont mit Recht, daß es sich auch beim Carbon und Unterrotliegenden meist um SW—NO streichende Vertiefungen handle (Lahr, S. 79). Dies gilt auch für die mit Carbon, Unterrotliegendem, Mittelrotliegendem und Oberrotliegendem gefüllte Schramberger Talbucht (vergl. oben). Beim Mittelrotliegenden ist der Fall, abgesehen von Schramberg, in vorliegendem Gebiet insofern weniger klar, als es sich um Gesteinsschichten handelt, welche zwar teilweise als Querschnitte alter Talmulden ausbeißen, teilweise aber nach Westen unmittelbar nach dem Vorkommen unter der Trias an einer Verwerfungslinie gegen Granit abstoßen. Diese ziemlich genau S—N laufende Störung beginnt auf Blatt Schramberg und zieht bis gegen Rötenbach auf Blatt Alpirsbach. Sie schneidet so durchs Gehänge, daß immer der Hintergrund der tief eingerissenen Seitentäler im rm liegt, während der Auslauf schluchtartig eng durch Granit geht. Das beste Beispiel bietet der Herrenwalder Grund auf Blatt Schramberg, das Dachsloch auf Blatt Alpirsbach. Die weichen sanften Hänge in den Rotliegendtonen wechseln, besonders im

Dachsloch, plötzlich in schroffe Granithalden, die wilde Szenerie hat diesem Teil des Tals den Namen „Teufelsküche“ verschafft. Gegen Rötenbach hin klingt diese Störung im Norden aus, im Rohrbach liegt im Süden ein anderer, gleichfalls rm gegen Granit legender Bruch, bei dem aber der Ostflügel abgesunken ist. Das Oberrotliegende lagert wieder in deutlich nachweisbaren tiefen Talzügen der Dyaszeit. Auch diese ziehen SW—NO.

Damit schließt sich der Grundriß der dyadischen Landschaft eng an die Tektonik des Grundgebirgs an. Denn die Faltenzüge des Gneis, die Verbandsgrenze Gneis-Granit und die Gänge der Granitporphyre im Granitmassiv folgen alle der SW—NO-Richtung, die auch als die variskische bezeichnet wird. So war der innere Bau des kristallinen Gebirgs, die darin vorhandenen Richtungslinien maßgebend für den Verlauf der einstigen Talbildung. Eck teilt (Württ. Jahrb. 1887, a. a. O.) die Gesamtheit der Schwarzwälder Schichten carbonischen und dyadischen Alters in fünf verschiedene Gruppen (vergl. dort u. oben S. 13/14). Wenn er dabei Alpirsbach—Schramberg in einen Bezirk einweist, der einen SW—NO ziehenden Geländestreifen bildet, und nachher sagt: „Es ist gar kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß die im Gebirge herrschenden Verhältnisse sich nicht auch in dem nach Osten zunächst anliegenden württembergischen und badischen Gebiet noch eine Strecke weit fortsetzen sollen“, so hat er gewiß recht und alle Bohrversuche stimmen in ihren Ergebnissen mit diesen seinen Auffassungen bestens überein.

Dies gilt auch beim negativen Ergebnis von der Bohrung bei der Stampfe. Man hat hier südlich des Schramberger Talzugs angesetzt, obgleich dessen Verbreitung in dieser Richtung unwahrscheinlich ist. Es ist ja schon (vergl. Eck) im untern Kirnbach sehr bald Grundgebirg erbohrt worden. Dieser hochliegende Granitwall, der das dyadische Schramberger Tal südlich begleitet, kam bei Dunningen wieder: nach Durchstoßung der „Jaspisdolomite“ stand die Bohrung im Granit.

Sind diese Lagerungsverhältnisse eigentlich einfach, so erschwert eine verwickelte Tektonik und der mangelnde Zusammenhang die Deutung zunächst sehr. Besonders das plötzliche Abschneiden der einzelnen Schichten an Verwerfungen, die teils gar nicht in den Buntsandstein weitersetzen, teils ihn mitverwerfen, aber jenseits des Sprungs ganz andere Verhältnisse im ro zeigen, lassen vieles rätselhaft erscheinen, bevor eine weitergehende Vergleichung zur Deutung verhilft, durch die Annahme, daß prätriadische Verwerfungen und z. T. auch prätriadische Erosionsperioden vorkommen.

Faltungen nachcarbonischen Alters sind nirgends im Gebiet nachweisbar. Die früher bei Berghaupten angenommene Einfaltung hat sich nach A. Sauer als Überschiebung erwiesen; das hat sich später durch Schachtaufschlüsse und durch den Nachweis der spiegelblanken Harnische der Überschiebungsfläche bestens bestätigt (vergl. A. Sauer: das Steinkohlenvorkommen von Berghaupten—Diersburg. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde, Jahrgang 58, 1902. S. XCIV). Also sind, wie bemerkt, Überschiebungen bewiesen und damals wie später mögen sich die tektonischen Bewegungen vielleicht mehr in horizontaler Richtung, als Verschiebungen geäußert haben. Verhält sich doch die Richtung, welche den meisten Rotliegendverwerfungen gemeinsam ist, SO—NW (Triberg, Schramberg, Schiltach) zur variskischen ungefähr wie die Gegenklüftung zur Klüftung im Grundgebirge. Wenn der Gneis in SW—NW ziehende Falten geworfen ist (Erl. zu Bl. Oberwolfach u. a.), so hat eine von SO gegen NW wirkende pressende Kraft eingewirkt. Eine solche mußte aber, wenn's zur Zerreißung und horizontalen Verschiebung kam, solche SO—NW laufende Linien schaffen. So läßt sich die eine tektonische Richtung aus der andern herleiten. Auch wo kein Sprung nachweisbar ist infolge Fehlens dislozierter Sedimentschichten, also im Grundgebirge, machen Ruschelungszonen, Erzgänge, Verkieselungsriffe u. dergl. wahrscheinlich, daß dort Störungen durchlaufen. Daß die Schollen in Bewegung waren und jezt in ganz veränderter Lage sind, macht auch die Wahrnehmung erklärlich, daß alle Rotliegendpunkte, besonders die mit ru, in ganz verschiedener Meereshöhe liegen. Von der tertiären Tektonik aus ist dies nicht zu erklären, fallen ja die Höhenzahlen meist schwarzwaldeinwärts, also dem Schichtfallen der triadischen Sedimente gerade entgegengesetzt! (Vergl. z. B. Bl. Triberg u. die Erl. dazu S. 32.)

Schon die andern Unterrotliegendvorkommen des Schwarzwalds sind häufig dislozierd. So sagt z. B. Sauer (Erl. zu Gengenbach S. 45): „Zu beachten ist, daß die Gerölle auffällige Pressungserscheinungen zeigen, insbesondere die Quarzgerölle, welche zerborsten und zertrümmert, in ihren Bruchstücken bisweilen um weniges verschoben, aber durch Quarzsubstanz wieder fest verkittet wurden. Sehr wahrscheinlich hängen diese Druckerscheinungen mit dem keilförmigen Einbruch zusammen, welcher diese kleine Unterrotliegendparzelle mitsamt ihrer granitischen Unterlage in das gegenwärtig abweichend tiefe Niveau versetzte.“ Dasselbe gilt für alle die kleinen

ru-Parzellen in den Bergen östlich Schiltach, welche an Verwerfungen abschneiden. An die zugleich stark verkieselte Stelle am Käppeleberg sei besonders erinnert.

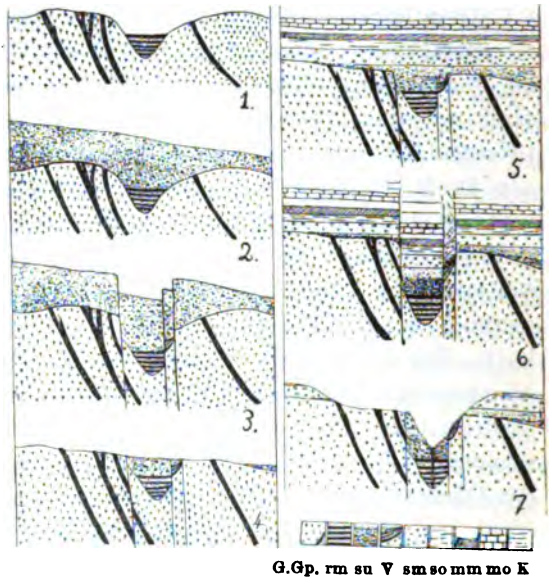
Vom Mittelrotliegenden ist die Bergzell-Rötenbacher Verwerfung schon genannt. Sie scheint schon in der Mittelrotliegendzeit entstanden, da dessen Schichten im Süden über sie zu transgredieren beginnen (Fräulinsberg). Es ist auch kein Grund abzusehen, warum in dieser Periode eifriger Betätigung der Erdgewalten — ringsum mächtige vulkanische Eruptionen! — nicht auch tektonische Spannungen sich in den Brüchen und Schiebungen hätten auslösen sollen.

Bei den Unterrotliegendfleckchen ist die Zeit ihrer Dislokation nicht bestimmt anzugeben. Dagegen um so besser beim Oberrotliegenden. Bei Schramberg schließt die Talfüllung mit ro gegen Südwest plötzlich mit einer Verwerfung gegen Granit ab. Über ro liegen die rod-Karneoldolomite, über diesen Buntsandstein, der an der Nippenburg ein Profil bis zum oberen Buntsandstein entwickelt zeigt. 1 km weiter westlich zeigt sich an der Hochsteig über Granit ein nur wenige Meter mächtiges Bänkchen Karneoldolomit, dann folgt wieder der Buntsandstein. Zunächst liegt, wie Karte (Bl. Schramberg) und Querprofil zeigen, der Buntsandstein hüben und drüben verschieden hoch. Ein nach seiner Ablagerung — nach Analogien ins Tertiär zu weisender — Bruch hat also stattgefunden. Aber warum sind östlich über 400 m Oberrotliegendes, westlich keine 10 m Karneoldolomit? Die Erklärung kann nur so sein, wie schon angedeutet: das Oberrotliegende war — ebenso wohl auch z. T. ru und rm[1] — einst viel verbreiteter. Damals kam der Schramberger Talzug, erfüllt mit ro, von Triberg herüber. Da erfolgte der erste tiefe Einbruch bei Schramberg. Durch ihn kam die Füllmasse der ro-Senke so tief zu liegen, daß diese Gesteine, im Bruchfeld eingelassen, der Erosion entzogen blieben, welche später ringsum Grundgebirge und Rotliegendes, soweit erreichbar, abtrug. Auch der westliche, hochgebliebene Talzug mit samt seinen Granitwänden verschwand. Hernach transgredierte über die geschaffenen Abtragungsflächen Karneoldolomit und Buntsandstein, wohl auch Muschelkalk, Keuper und Jura[2]. Nach der Kreidezeit begann die Abtragung aller Sedimente. Im Tertiär erfolgte ein neuer Einbruch, aber diese Bewegung löste

[1] Schalch, Erl. zu Königsfeld—Niedereschach. S. 27.

[2] Vergl. Branco, Schwabens 125 Vulkanembryonen. Württ. Jahresh. 1894. S. 537 ff.

sich auf der alten Spalte, der alten Gleitfläche im Gebirgsinnern aus. Hierauf kam, durch den Rheintal-Einbruch stark geworden, die Erosion der von West angreifenden Gewässer, diese deckten die jüngeren Schichten ab und brachten schließlich auch die dyadischen Gesteine und das kristalline Grundgebirge wieder ans Licht. Nebenstehende Skizze veranschaulicht den angenommenen Gang der Ereignisse und ergibt als letzte Darstellung genau den heutigen geologischen Querschnitt durchs Schramberger Tal, ebendenselben, den die Karte 1:25000 im Querprofil zeigt.



G.Gp. = Granit, Granitporphyr (Grundgebirge); ru, rm = Unter- und Mittelrotliegendes; ro = Oberrotliegendes, su = Unterer Buntsandstein; V = Verruschelung; sm = Mittlerer Buntsandstein, so = Oberer Buntsandstein; mu = Unterer, mm = Mittlerer, mo = Oberer Muschelkalk; K = Keuper.
Schematische Darstellung des Schramberger Einbruchs.

Die Annahme prätriadischer Verwerfungen und einer folgenden Erosionsperiode vor der Buntsandsteinzeit ist berechtigt durch folgendes:

1. Eine andere Erklärung ist bei Schramberg nicht durchführbar.
2. A. Sauer wies bei Triberg eine einheitliche Überlagerung von smc 1 über einer durch eine vortriadische Verwerfung geschaffenen, hälftig aus Granit, hälftig aus ru + rm bestehenden Unterlage-

fläche nach. Auch das bekannte dortige Quarzriff der Verwerfung streicht unter smc 1 ein.

3. Auf Blatt Schramberg wurden, ebenso wie auf den badischen Nachbarblättern[1], unter den smc 1 Geröllen verkieselte Stücke alter Barytgänge aufgesammelt.
4. Die Schiltacher Hauptverwerfung bringt ebenso, wie z. T. die Herrenwalder Verwerfung rm neben Granit + ro unter ungestörtem smc 1.

Einige dieser Verwerfungen (Schramberg!) regten sich auch zur Tertiärzeit wieder[2]. Was im Odenwald früher beobachtet wurde, ist sehr wertvoll: hier ist auch der Nachweis[3] erfolgt, daß die Erosionsperiode vor die Zeit des Zechsteins fällt. Daß die dort wie hier gleich ausgebildeten Karneoldolomite, also die letzte Rotliegendschicht bei Schramberg in beschriebener Weise transgrediert, stimmt hiemit bestens überein. Der vielfache Schuttgehalt derselben darf wohl als Aufarbeitungsbreccie gedeutet werden. Daher auch die unscharfe Grenze derselben über dem gleichartig entstandenen ro.

Ganz nebenbei sei noch erwähnt, daß auch die Gänge von Wittichen meist nur Granit und Rotliegendes durchsetzen, während einige wenige in den Buntsandstein weiterdringen[4]. Das Verwerfungssystem von Wittichen ist wohl ursprünglich älter als das Freudenstädter System[5], das auch die Trias mitverwirft, aber teilweise scheinen auch diese Bewegungslinien im Tertiär wieder belebt worden zu sein. Vergl. ihre Beziehungen mit den tertiären „Eschachspalten". (S. Begleitworte zu Bl. Schramberg.)

---

[1] S. Erl. zu Blatt Peterstal. S. 67.

[2] M. Bräuhäuser, Tektonik der Schramberg—Schiltacher Gegend. Württ. Jahreshefte. 1908. S. LXXXVI.

[3] Erl. zum hessischen Blatt Erbach. S. 31: „Wenn auch an vielen Stellen der Zechstein das Rotliegende völlig konkordant zu überlagern scheint, so beweisen doch anderseits viele Punkte, an denen er ohne Zwischenlagerung von Rotliegendem dem Grundgebirge direkt aufruht, daß auch nach dem Absatz des Rotliegenden und vor dem des Zechsteins in unserem Gebiet eine Zeit der Erosion herrschte, durch welche die Mächtigkeit des ersteren vielfach stark reduziert oder durch die es lokal ganz wieder entfernt wurde."

[4] Vergl. die Arbeiten: Geognostisch-bergmännische Beschreibung des Kinzigtaler Bergbaus von Vogelgesang (Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Großherzogtums Baden. Heft 61. Jahrgang 1865), sowie F. Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge. Wiesbaden 1882.

[5] Vergl. Begleitworte zu Blatt Freudenstadt, sowie Axel Schmidt: Der Neubulacher und Freudenstädter Graben, Beiträge zur Tektonik und Verteilung der Erzgänge im Deckgebirge des östlichen Schwarzwaldes. Zeitschr. f. prakt. Geol., XVIII. Jahrgang 1910. Heft 2.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Nach der Gneisfaltung und den Granitintrusionen muß sehr viel Zeit vergangen sein, bevor die ältesten nichtmetamorphen Sedimente im Alpirsbach—Schramberger Gebiet zum Absatz kamen.
2. In dieser Zeit muß eine gewaltige Erosion geherrscht haben, welche den vorher als Tiefengestein erstarrten Granit freilegte und in Gneis und Granit als Taggebirgen eine Landschaft mit flachen Hügelwellen und größeren Talzügen ausarbeitete (vergl. Eck).
3. Der Verlauf dieser Täler war, entsprechend den tektonischen Verhältnissen des Grundgebirgs, variskisch gerichtet. Er ging also parallel mit den Faltenzügen im Gneis, der Verbandsgrenze Gneis-Granit und den meisten Granophyrgängen im Granitmassiv.
4. Die alten Talzüge sind erkennbar geblieben durch ihre Ausfüllung mit Carbon und Rotliegendem (vergl. Eck).
5. Eine der tiefsten, prädyadisch vorgebildeteten Talbuchten muß diejenige gewesen sein, welche unter der heutigen Stadt Schramberg durchlief, wo bis zum Niveau des Meeresspiegels hinab dyadische, zu unterst carbonische Sedimente erbohrt sind. In der nordöstlichen Fortsetzung dieses Talzugs sind bei Oberndorf mächtige dyadische Gesteine erbohrt worden.
6. Da die Bestimmung der Schramberger Pflanzenreste die Frage offen läßt, ob Carbon oder Unterrotliegendes vorliegt, kann Carbon nicht mit Sicherheit als Taggebirge bezeichnet werden. In der Tiefe aber ist es sicher vorhanden (vergl. Eck), also verhält sich bei Schramberg die Sache ähnlich, wie bei Hinterohlsbach, wo dieselben Formationen, dort beide als Taggebirg sich unmittelbar aneinander anschließen.
7. Die Grenze von Unterrotliegendem und Mittelrotliegendem ist ganz unscharf.
8. Im Unterrotliegenden fehlen — in Übereinstimmung mit Triberg, aber im Gegensatz zum unteren Kinzigtal — grobe Konglomerate.
9. Das Mittelrotliegende enthält vulkanische Aschentuffe. Porphyrische Ergußdecken oder Ausbruchsstellen („Stile") solcher fehlen im beschriebenen Gebiet. Dagegen hat vielleicht eine Verbindung bestanden mit solchen Gesteinen von Tennenbronn und besteht wahrscheinlich noch jetzt eine solche unter der

Triasdecke durch mit den porphyrischen Ergußdecken unter Oberndorf.

10. Im Oberrotliegenden sind Kantengeschiebe häufig. Sie zeigen z. T. schöne Politur und deuten auf Steppenklima oder Wüstenklima. „Torrentielle" Entstehung stimmt auch mit der ganzen Art der zusammengehäuften, kaum gerundeten oder noch ganz eckigen Schuttmassen. Die später (im Eck'schen Konglomerat des Buntsandsteins) vorkommenden, mehr zugerundeten Windkanter stammen vielleicht größtenteils ursprünglich aus dem Rotliegenden.

11. Im Schramberger Oberrotliegenden sind Stücke von verkieseltem Porphyrtuff gefunden, die auf einen einstigen, SW—NO gerichteten Transportweg deuten, da sie wohl aus dem, größtenteils vor der Buntsandsteinzeit wieder zerstörten Lager von verkieseltem Porphyrtuff vom Kesselberg bei Triberg gekommen sein müssen.

12. Schon bald nach dem Unterrotliegenden, mehr während der Mittelrotliegendzeit, begannen Einbrüche in der heutigen Umgebung von Schiltach. Ähnlich liegt's vielleicht beim Mittelrotliegenden, das unter Schramberg erbohrt wurde. Rings umher ist das Mittelrotliegende die Zeit gewaltiger Vulkanausbrüche (Gengenbacher Gegend, Bl. Obertal—Kniebis, Oberndorf). Nachweisbar kamen aber nur Aschen bis hieher. Vielleicht bedeuten die prätriadischen Thermalerscheinungen (Triberg, Falkenstein bei Schramberg, Lehengericht, Käppeleberg bei Schiltach, Wittichen und Reinerzau) das Abklingen jener Eruptionsperiode.

13. Die Schramberger Talbucht wurde nach ihrer Erfüllung mit Oberrotliegendem durch tiefen Einbruch versenkt. Dadurch blieben ihre Füllmassen erhalten, während nachher hier wie anderwärts (Odenwald) eine lange Erosionszeit neben viel Grundgebirge auch vom Rotliegenden das meiste wieder zerstörte. Nur so erklärt sich das plötzliche Abschneiden von mächtigem ro an der Verwerfung, jenseits deren es zwischen Granit und Buntsandstein fast ganz fehlt. Einst mächtige Lager von Rotliegendem müssen jener Erosion zum Opfer gefallen sein. Was damals verschont blieb, kam nach langer Überdeckung mit Trias und Jura im Tertiär wieder ans Licht, um von da ab, gemeinsam mit den noch erhaltenen Resten von Buntsandstein und Teilen des unterlagernden Grundgebirgs

der Erosion einer viel späteren geologischen Periode allmählich zu erliegen.

14. Daß auch Buntsandstein bei Schramberg mitverworfen ist, beweist, daß viel spätere tektonische Spannungen sich auf den alten, im Gebirge vorgezeichneten Linien und Gleitflächen ausgelöst haben. Das Wiedererwachen der Verwerfungen fällt wohl hier wie anderwärts (Schiltach, Wittichen—Eschachtal) ins Tertiär.

Stuttgart, im Februar 1910.

Literaturübersicht.

Die ältere Literatur meist nach Eck zitiert. Bezüglich des paläophytologischen Materials siehe das Literaturverzeichnis von Sterzel.

1805. **Selb**, Denkschrift der vaterländischen Gesellschaft der Ärzte und Naturforscher Schwabens. Tübingen. S. 342.

1826. **v. Alberti**, Die Gebirge des Königreichs Württemberg. Stuttgart-Tübingen.

1832. **Hehl**, Neues Jahrbuch für Mineralogie. S. 213.

1834. **v. Alberti**, Beitrag zu einer Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers. Stuttgart und Tübingen. S. 18.

1841. **Memminger**, Beschreibung von Württemberg.

1843. **Quenstedt**, Das Flözgebirge Württembergs.

1845. **Quenstedt**, Über die Wahrscheinlichkeit, in Württemberg Steinkohlen zu entdecken. Vortragsbericht in den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahrg. I. S. 145 ff.

1847. **Kurr**, Vortrag über die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Steinkohlen in Württemberg. Bericht s. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahrg. II. S. 170 ff.

1847. **Quenstedt**, Über die Kohlenformation mit Bemerkungen zu den vorstehenden (Kurr's) Einwendungen. Bericht s. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Band II. S. 173 ff.

1849. Amtliche Mitteilung des Bergrats über die Bohrungen. Württembergische Jahrbücher. Jahrgang 1849 (ersch. Stuttgart und Tübingen 1851).

1850. **Hehl**, Die geognostischen Verhältnisse Württembergs.

1853. **Quenstedt**, Mitteilung im Tageblatt der 30. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Tübingen.

1856. **Quenstedt**, „Sonst und Jetzt."

1857. Zeitschrift für das Berg-, Salinen- und Hüttenwesen in dem preußischen Staate. Band IV. S. 79 ff. (Dettinger Bohrung.) Vergl. auch ebend. Band V. 1858. S. 69. Band VI. 1858. S. 99—100. Band VII. 1859. S. 9[illegible] Band VIII. 1860. S. 57. Band IX. 1861. S. 76. Band X. 1862. S. [illegible] Band XI. 1863. S. 131 und Band XII. 1864. S. 71.

1859. **O. Fraas**, Vergleichendes Schichtprofil in den Bohrlöchern Dürrmenz-Mühlacker und Ingelfingen. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. S. 326.

1860. **O. Fraas**, Die nutzbaren Mineralien Württembergs.
1861. **Schübler**, „Bohrarbeiten auf Steinkohle". Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. S. 47 ff.
1861. **Quenstedt**, Epochen der Natur.
1863. **F. v. Sandberger**, Geologische Beschreibung der Umgebungen der Renchbäder. Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Großherzogtums Baden. Herausgegeben von dem Handelsministerium.
1864. **Quenstedt**, Geologische Ausflüge in Schwaben.
1864. **F. v. Sandberger**, Über die Steinkohlenformation im Schwarzwalde. Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe. Heft I. S. 6. Sitzung vom 27. Oktober 1862.
1864. **F. v. Sandberger**, Die Flora der oberen Steinkohlenformation im badischen Schwarzwald. Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe. Heft I. S. 30—36. Mit Tafel II—IV. 1864.
1865. **Vogelgesang**, Geognostisch-bergmännische Beschreibung des Kinzigtaler Bergbaus. Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Großherzogtums Baden. Herausgegeben vom Handelsministerium.
1867. **Quenstedt**, Handbuch der Petrefaktenkunde. II. Auflage.
1867. **Ph. Platz**, Geognostische Beschreibung der Umgebungen von Lahr und Offenburg. Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Großherzogtums Baden. Herausgegeben vom Handelsministerium. Heft 25.
1869. **O. Fraas**, Die geognostische Sammlung Württembergs. I. Auflage.
1872. **Miller**, Abschnitt in Waller's Chronik der Stadt und ehemaligen Herrschaft Schrambergs usw. Wolfach 1872. S. 85.
1875. **Paulus**, Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Oberndorf.
1876. **F. v. Sandberger**, Zur Urgeschichte des Schwarzwalds. Ausland. 1876. No. 47 und 48.
1877. **Gümbel**, Die geognostische Durchforschung Bayerns.
1877. **O. Fraas**, Die geognostische Sammlung Württembergs. 2. Auflage.
1881. **O. Fraas**, s. Festschrift zur XXII. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure zu Stuttgart 1881. S. 2.
1882. **F. v. Sandberger**, Untersuchungen über Erzgänge. Wiesbaden. C. W. Kreidel's Verlag.
1883. **Engel**, Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. I. Auflage.
1884. **v. Xeller**, In: „Das Königreich Württemberg". Eine Beschreibung von Land, Volk und Staat. Herausgegeben von dem K. statistisch-topographischen Bureau. Band II. Abt. 1. Stuttgart 1884.
1884. **Eck**, Geognostische Karte der Umgebung von Lahr. Mit Profilen und Erläuterungen. Lahr 1884.
1884. **Eck**, Geognostische Karte der Umgebung der Schwarzwaldbahn. Lahr 1884.
1885. **Quenstedt**, Handbuch der Petrefaktenkunde. 3. Auflage.
1887. **Eck**, Bemerkungen über die geognostischen Verhältnisse des Schwarzwaldes im allgemeinen und über Bohrungen nach Steinkohlen in demselben. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. 1891. S. 119 ff.
1890. **F. v. Sandberger**, Über Steinkohlenformation und Rotliegendes im

Schwarzwald und deren Floren. Jahrb. der k. k. geologischen anstalt. 1891. No. 4.

1891. **Eck, Bemerkungen zu Herrn v. SANDBERGER's Abhandlun Steinkohlenformation und Rotliegendes im Schwarzw deren Floren.** Jahreshefte des Vereins für vaterländische Natu Württemberg. Band 47. S. 119 ff.

1891. **Eck, Notiz über das Bohrloch bei Sulz.** Jahreshefte des Ve vaterländische Naturkunde in Württemberg. Heft 47. S. 224 ff.

1891. **F. v. Sandberger,** Nachträgliche Bemerkungen zu meiner Abh „Über Steinkohlenformation und Rotliegendes im Schwarzwal handlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1891. No. 4.

1892. **Eck,** Geognostische Beschreibung der Gegend von Baden-Baden fels, Gernsbach und Herrenalb. Herausgegeben von der Kgl. pr Landesanstalt. 1892. S. 319 ff.

1894. **A. Sauer, Erläuterungen zu Blatt Gengenbach** der geo Spezialkarte des Großherzogtums Baden.

1895. **A. Sauer, Erläuterungen zu Blatt Oberwolfach—Schenke** geologischen Spezialkarte des Großherzogtums Baden.

1895. **F. Schalch,** Erläuterungen zu Blatt Peterstal—Reichenbach logischen Spezialkarte des Großherzogtums Baden.

1897. **A. Sauer, Erläuterungen zu Blatt Hornberg—Schiltach** logischen Spezialkarte des Großherzogtums Baden.

1897. **H. Thürach,** Erläuterungen zu Blatt Zell am Harmersbach logischen Spezialkarte des Großherzogtums Baden.

1897. **F. Schalch, Erläuterungen zu Blatt Königsfeld—Nieder** der geologischen Spezialkarte des Großherzogtums Baden.

1899. **A. Sauer, Erläuterungen zu Blatt Triberg** der geologischen karte des Großherzogtums Baden.

1901. **H. Thürach,** Erläuterungen zu Blatt Haslach der geologischen karte des Großherzogtums Baden.

1905. **M. Schmidt,** Kantengeschiebe im Oberen Rotliegenden von Schr Bericht über die 38. Versammlung des Oberrheinischen geologischen

1906. **M. Schmidt und K. Rau, Erläuterungen zu Blatt Freudenst** Neuen geologischen Spezialkarte des Königreichs Württemberg.

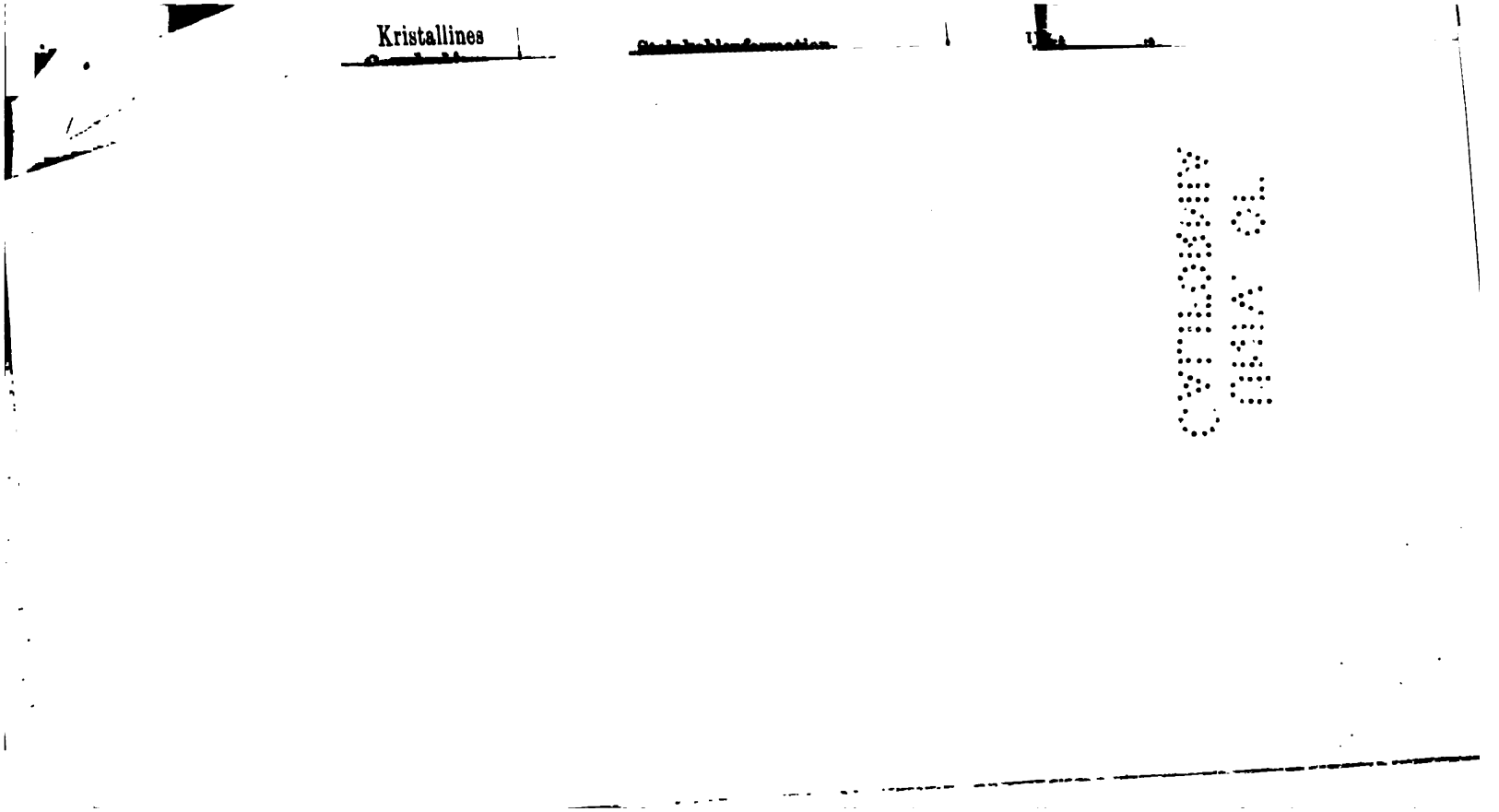
1907. **K. Regelmann,** Erläuterungen zu Blatt Obertal—Kniebis der geologischen Spezialkarte des Königreichs Württemberg.

1907. **Sterzel,** Über Carbon- und Rotliegendfloren im Großherzogtum Mitteilungen der Gr. badischen geologischen Landesanstalt. V. Band. 2

1908. **M. Bräuhäuser,** Über die Tektonik der Schramberg—Schiltacher G Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württem 64. Jahrg. S. LXXXVI.

1908. **K. Regelmann,** Erläuterungen zu Blatt Baiersbronn der Neuen g logischen Spezialkarte des Königreichs Württemberg.

1909. **M. Bräuhäuser,** Mit Beiträgen von **A. Sauer. Erläuterungen zu Blat** Schramberg der Neuen geologischen Spezialkarte des Königr. Württemberg.


Kristallines

C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Beilage

zu

JAHRESHEFTE DES VEREINS FÜR VATERLÄNDISCHE NATURKUNDE IN WÜRTTEMBERG.

67. Jahrg. 1911.

Mitteilungen

der

Geologischen Abteilung

des

K. Württembergischen Statistischen Landesamts,

herausgegeben von dem

K. Württ. Statistischen Landesamt.

No. 8.

Max Münst: Ortsteinstudien im oberen Murgtal (Schwarzwald). Mit 1 Textfigur und 1 Tafel.

Stuttgart.

1911.

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Statistischen Landesamtes.
No. 8. 1910.

Ortsteinstudien im oberen Murgtal (Schwarzwald).

Von **Max Münst.**

Mit 1 Textfigur und 1 Tafel.

Inhalt.

Seite

Einleitung 1
I. Chemische Untersuchungsmethoden 4
II. Chemische Untersuchungen 15
III. Natur der Ortsteinbildung 31
IV. Verbreitung des Ortsteins im allgemeinen 38
V. Die Ortsteinverbreitung im württembergischen Schwarzwalde 39
VI. Ursachen der Ortsteinbildung 48
VII. Alter des Ortsteins 54
Literatur 58

Einleitung.

Wohl eine der frühesten Erwähnungen des Ortsteines in der deutschen Literatur findet sich nach BURCKHARDT[1] in der „Neuen Zeitung von gelehrten Sachen", Leipzig, 5. März 1719, wo es heißt: „Der Ortstein besteht aus Leimen, Letten und Sand, welches ein eisenschüssiger vitriolischer Erdsaft sehr feste gehärtet hat, darum auch solches in den Gärten rajolet und über Kniestief umgearbeitet werden muß, wenn etwas Tüchtiges allda wachsen soll." Ferner steht nach einer gütigen Mitteilung von Prof. Dr. A. BÜHLER schon in dem Buche „Grundsätze der teutschen Landwirtschaft" von JOH. BECKMANN, Göttingen 1790, eine Notiz, die Seite 347 lautet: „man verhüte die Entstehung des Ortsteins in den Blößen und setze über ihm keine Bäume." Etwas früher, etwa um das Jahr 1760, begann

[1] BURCKHARDT, Säen und Pflanzen. 4. Aufl. 1870. S. 300.

die dänische Literatur sich mit dieser Erscheinung zu befassen[1]. An den verschiedenartigsten Erklärungsversuchen fehlte es nicht, wozu die lokal stark wechselnde Ausbildungsform — eine besonders charakteristische Eigenschaft des Ortsteins — reichlich Anlaß gab. Sie mußten aber alle scheitern, solange man nicht scharf zwischen Ortstein- und ähnlichen Bildungen, z. B. Raseneisenstein, unterschied, und die Ursachen nicht in Faktoren suchte, die überall gleichermaßen Geltung haben. Unter anderem wurde z. B. der Bleichsand für eine Flugsandbildung gehalten, welche den Heidetorf überlagert und letzteren mit der Zeit zum Ortstein umgewandelt haben sollte. Durch ihre Originalität bemerkenswert ist die Auffassung des Bleichsandes als eine durch die Vegetation bewirkte Neuquarzbildung. Der Ortstein wurde für eine Eisenkonkretion gehalten, oder es wurde das Eisen neben anderen in Betracht kommenden Stoffen als der für die Verkittung notwendigste angesehen. Den nachhaltigsten Einfluß gewann aber ums Jahr 1835 die Ansicht des Dänen Forchhammer[2]: „Die Ortsteinschicht verdankt ihre Entstehung einer Wasserbedeckung, wodurch eine Menge früher gebildeter Torfmoore zerstört wurden, die ausgeschwemmte Torfmasse mit dem Eisen der Unterschicht in Verbindung trat und das Bindemittel des Ortsteins bildete.“ Der über dem Ortstein lagernde Bleichsand war demnach eine im ruhigen Wasser abgelagerte Sandschicht. Damit war die ganze Bildung abgeschlossen und keiner Weiterbildung fähig.

Erst durch die Untersuchungen von Emeis, Müller und Ramann wurde die Naturgeschichte des nordeuropäischen Ortsteins in fast allen wichtigeren Punkten klargelegt. Ihnen verdanken wir die Erkenntnis des gesetzmäßigen genetischen Zusammenhangs zwischen Vegetationsform, Bleichsand- und Ortsteinbildung. Ihre Resultate lassen sich kurz folgendermaßen zusammenfassen: Der Ortstein ist eine Verkittung der Bodenbestandteile durch humussaure Salze. Letztere bilden sich in der unmittelbar aufgelagerten Bodenschicht unter Einwirkung der Humussäuren und erzeugen dadurch die Bleichsandschicht. Jede Ortsteinbildung hat daher zur Voraussetzung eine Rohhumus- bezw. Trockentorfbildung. Diese ist das *eine* extreme Endglied der Humusbildung, deren *anderes* die Mullbildung ist. Nach welcher der beiden Richtungen hin die Humusbildung

---

[1] Siehe P. E. Müller, Die natürl. Humusformen. Berlin 1887. S. 247.

[2] P. E. Müller, a. a. O p. 249 ff.

stattfindet, ist bedingt durch die sogenannte Bodenfauna, die ihrerseits — wie alles Leben — abhängig ist von den allgemeinen Faktoren Feuchtigkeit, Wärme und Luft.

Während Emeis und Müller durch ihre langjährigen Beobachtungen in den Heiden Schleswig-Holsteins, Jütlands und Dänemarks mehr die äußeren Bedingungen und Umstände erforschten, gebührt in erster Linie Ramann, dann Schütze, Tuxen und Helbig das Verdienst, die chemischen Vorgänge bei der Ortsteinbildung untersucht zu haben.

Im Schwarzwald wurde die Ortsteinbildung erst ziemlich spät, und zwar zuerst durch Oberforstrat Siefert[1] i. J. 1899 im Rippoldsauer Reviere nachgewiesen. Mit Prof. Sauer (damals noch in Baden) wurden Erhebungen daselbst ausgeführt und auf der 2. Hauptversammlung des Deutschen Forstvereins in Regensburg i. J. 1901 erfolgte dann ein Bericht von seiten des Oberforstrats Siefert. Aus dem Norden sind die schweren Schädigungen der Forst- und Landwirtschaft durch Ortstein bekannt, und begreiflich ist daher das große Interesse, das ihm auch bei uns sofort zugewendet wurde. Oberforstrat Siefert verschickte Fragebogen, deren Ergebnis war, daß Ortsteinbildungen im Schwarzwald, Odenwald, in den Vogesen, im Pfälzerwald und Rheintal vorkommen, und daß sie viel verbreiteter sind, als im voraus anzunehmen war. Als im Jahre 1903 die neue württembergische geologische Landesaufnahme ins Leben gerufen wurde, galt es, bei der Kartierung der Bodenverhältnisse nach den in Württemberg eingeführten Methoden diese eigentümliche Bodenentartung besonders zu berücksichtigen und zugleich chemisch zu erforschen.

Von der kgl. Forstdirektion wurde mir die Erlaubnis erteilt, mich mit bodenkundlichen Fragen bei der Geologischen Landesanstalt zu beschäftigen und von dem Vorstand der letzteren erhielt ich, nachdem gewisse Vorarbeiten erledigt waren, den Auftrag, mich der chemischen Untersuchung des Ortsteins zu widmen.

Begonnen wurden die Arbeiten im Winter 1907, unterbrochen im Frühjahr 1908 durch Arbeiten für die Ausstellung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft zu Cannstatt im Juni 1908, fortgesetzt und zum vorläufigen Abschluß gebracht im Winter 1908/09. Ein

[1] Bericht über die zweite Hauptversammlung des Deutschen Forstvereins zu Regensburg. 1901. S. 170.

dreiwöchentlicher Aufenthalt im oberen Murgtal diente dazu, den Ortstein an Ort und Stelle kennen zu lernen.

Aus dem Schwarzwald besitzen wir bis jetzt nur eine Analyse, und zwar die eines Granitortsteinprofils, von M. Helbig, veröffentlicht in der Naturwissenschaftlichen Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft 1909, Heft 1. Um aber bei einem Gebilde von so wechselnder Zusammensetzung, wie es der Ortstein ist, zu einer einigermaßen sicheren Diskussion der Analysen zu gelangen, erschien es nötig, eine breitere chemische Grundlage zu schaffen, d. h. das Analysenmaterial in erster Linie zu vermehren und auf verschiedenartige Vorkommnisse auszudehnen und zugleich die Methode der chemischen Untersuchung dem eigenartigen Untersuchungsobjekt mehr anzupassen als bisher und dieselbe zu vervollständigen. Es wird sich unten zeigen, daß der bisherigen chemischen Untersuchung verschiedene Mängel anhaften.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meiner vorgesetzten Behörde der kgl. Forstdirektion aufrichtigen Dank zu sagen dafür, daß sie mir Gelegenheit gab, mich mit einer bodenkundlich wie forstwirtschaftlich so interessanten Aufgabe beschäftigen zu können. Ebenso fühle ich mich zu Dank verpflichtet gegen Herrn Prof. Dr. A. Sauer für die Zuweisung der Arbeit und mancherlei Anregung während derselben, wie sie mir gleichfalls von Herrn Prof. Dr. A. Bühler zuteil wurde, wofür ich auch diesem herzlichsten Dank schulde.

I. Chemische Untersuchungsmethoden.

Die chemische Untersuchung des Ortsteins bietet mancherlei Schwierigkeiten. Diese liegen in der Eigentümlichkeit des Ortsteins. Derselbe wird als eine Verkittung der Bodenbestandteile durch humussaure Stoffe angesehen. Wir haben demnach zwei verschiedene Stoffgruppen in demselben vereinigt, von denen die eine organischen, die andere anorganischen Urprungs ist.

Leider ist heutzutage die chemische Kenntnis der Humusstoffe und speziell der hier in Betracht kommenden sogenannten Humussäuren noch so gering, daß wir auf ihre eigentliche Untersuchung verzichten müssen. Wir können wohl eine Elementaranalyse ausführen und nachweisen, daß sie kohlenstoffreichere und wasserstoffärmere Verbindungen sind als ihre Ausgangsmaterialien, daß sich außer organischen Stoffen auch anorganische an ihrem Aufbau beteiligen und daß sie einen bemerkenswerten Gehalt an Stickstoff

besitzen; wir können diese oder jene Eigenschaft feststellen, z. B. ihre große Wasseraufnahmefähigkeit, ihr Verhalten gegenüber den verschiedenen Lösungs- und Fällungsmitteln, ihre Fähigkeit, Silikate, Phosphate, Karbonate aufzuschließen, aber von einer genauen Kenntnis der Natur der Humusstoffe sind wir noch weit entfernt. Die neuesten Untersuchungen[1] haben die bisherige Ansicht, daß die Humussäuren wirkliche organische Säuren sind und als solche humussaure Salze — Humate — bilden können, in Frage gestellt, dagegen aber ihre kolloide Natur sehr wahrscheinlich gemacht. Nach dieser Vorstellung ist das Vorhandensein freier Humussäure im Boden fraglich und bis jetzt mit zwingenden Beweisen nicht sichergestellt. Der Säurecharakter der Humussäuren wäre durch kolloide Reaktionen zu erklären und ihre Salze wären als kolloidale Absorptionsverbindungen aufzufassen. Mit aller Sicherheit aber ist nachgewiesen, daß die sogenannten Humussäuren keine chemische Verbindungen von bestimmter Zusammensetzung sind und daß ihnen daher auch keine Konstitutionsformel zukommt.

Die eingehendere Untersuchung der organischen Bestandteile im Ortstein ist demnach ausgeschlossen. Da aber auch die Anwesenheit derselben in dem salzsauren Bodenauszug bei den Trennungen sehr störend ist, erschien es mir nötig, dieselben wie einen lästigen Nebenbestandteil, auf irgend eine für die nachfolgende quantitative Analyse möglichst unschädliche Form aus dem lufttrockenen Boden zu beseitigen und aus dem so vorbereiteten Boden den zur Analyse bestimmten salzsauren Auszug herzustellen. Das ist heute noch ein offenbarer Übelstand. Denn wir werden damit einer ganzen Stoffgruppe nicht gerecht, die bei der Ortsteinbildung die wichtigste Rolle spielt.

In der bisherigen Praxis der Ortsteinuntersuchung ist meist folgendes Verfahren eingehalten worden: zuerst Herstellung des salzsauren Auszuges aus dem lufttrockenen Boden und erst dann Beseitigung der in Lösung gegangenen Humate aus der salzsauren Lösung. Um zu entscheiden, ob der erste oder zweite Weg der zweckmäßigere ist, wurden beide von mir geprüft. Der Übersichtlichkeit wegen wollen wir die verschiedenen Verfahren, welche zur Anwendung gekommen sind, den obigen Ausführungen entsprechend, in zwei Gruppen teilen.

---

[1] Untersuchungen über die Humussäuren von Dr. A. Baumann. Mitteilungen der K. Bayr. Moorkulturanstalt. 1909. Heft 3.

Gruppe I. Beseitigung der organischen Substanz aus dem salzsauren Bodenauszug

a) durch Eindampfen mit HCl
b) „ Behandeln „ HNO_3
c) „ „ „ H_2O_2
d) „ „ „ $H_2SO_4 + HF$.

Gruppe II. Beseitigung der organischen Substanz aus dem lufttrockenen Boden

a) durch Glühen
b) „ Abrauchen mit NH_4NO_3
c) „ Extraktion mit Weinsäure.

Das nächstliegende und bei der chemischen Bodenanalyse übliche Verfahren ist, den lufttrockenen Boden mit Salzsäure auszuziehen. Dabei geht, wie früher erwähnt, ein Teil der humussauren Substanzen in Lösung, äußerlich erkennbar an der dunkelweinroten Farbe der Lösung. Da organische Stoffe in dem Trennungsgang anorganischer Stoffe nicht bloß störend wirken, z. B. hier durch Erschwerung des Filtrierens und Auswaschens, sondern auch Anlaß geben können zu Fehlerquellen, so müssen sie beseitigt werden. So ist es z. B. unmöglich, die Kieselsäure abzuscheiden, weil die gelösten organischen Stoffe beim Eindampfen der salzsauren Lösung eine Gallerte bilden, die bei der zulässigen Höchsttemperatur von 120° C nicht zur Trockene gebracht werden kann.

Die organische Substanz durch wiederholtes Eindampfen und Wiederaufnehmen mit Salzsäure gänzlich zur Abscheidung zu bringen. glückte nicht. Ebensowenig der Versuch, dieselbe durch Oxydation mit rauchender Salpetersäure zu zerstören. Die vorher schwärzliche Gallerte wurde braunrot, schwammig porös. Diese Umstände sowie die dabei auftretende Gasentwicklung ließen statt einer Zerstörung ein anderweitiges Umwandlungsprodukt vermuten:

M. Helbig in Karlsruhe wandte Wasserstoffsuperoxyd an. Über das Ergebnis sagt er[1]: „Tropfenweise Zugabe von Wasserstoffsuperoxyd hatte besseren Erfolg" (nämlich als Salpetersäure), „nur muß man dabei vorsichtig zu Werke gehen, indem sonst das Aufschäumen der Masse Substanzverluste zur Folge haben könnte." Über die schädliche Wirkung anwesender organischer Stoffe äußert er sich

[1] Über Ortstein im Gebiete des Granites von. M. Helbig. Naturwissensch Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft. 1909. 1. Heft.

weiter: „Sind die in der salzsauren Lösung enthaltenen Mengen organischer Stoffe noch irgendwie beträchtlich, wird auch die Eisenbestimmung auf titrimetrischem Wege unsicher. . . . . Auch bei der SO_3 Bestimmung ist ähnliches zu beachten.“ Wie das Vorhandensein organischer Substanz verhängnisvoll ist für die titrimetrische Bestimmung des Eisens, so ist sie es auch für die gravimetrische Bestimmung der Tonerde. Denn die Fällung von $Al(OH)_3$ wird durch organische Körper infolge der Bildung komplexer Kationen verhindert oder mindestens beeinträchtigt. Abgesehen von der experimentellen Schwierigkeit scheint es mir nach meinen Versuchen überhaupt fraglich zu sein, ob sich durch dieses Verfahren die organische Substanz beseitigen läßt. Der Farbenumschlag ist nicht maßgebend. Denn auch in der farblosen bis schwachgelben Lösung war stets organische Substanz nachweisbar.

Von diesen Nachteilen frei ist die Methode von R. Gans[1]. Nach ihm wird der salzsaure Auszug in einer Platinschale unter Zusatz von Flußsäure und Schwefelsäure auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft und zur Vertreibung des Siliciumfluorides schwach geglüht. Dabei wird durch die Schwefelsäure auch die organische Substanz sicher zerstört. Aber die Bestimmungen der Kieselsäure und Schwefelsäure sind unmöglich. Ferner erhält man an Stelle der Chloride Sulfate und begibt sich damit eines wesentlichen Vorteils bei den Trennungen. Und drittens ist auch diese Methode mit einer Fehlerquelle behaftet. Beim Erhitzen des Trockenrückstandes wird nämlich außer der Kieselsäure auch ein Teil der Tonerde als Aluminiumfluorid verflüchtigt. Das Nähere ist zu finden in den Berichten der Deutsch. Chem. Gesellschaft 40. Jahrg. Heft 7. 1907. F. Willy Hinrichsen: Über die Bestimmung von Aluminium in Silikaten.

Wir kommen zu Gruppe II: Beseitigung der organischen Substanz aus dem lufttrockenen Boden. Hier wird aus dem lufttrockenen Boden zuerst die organische Substanz entfernt und dann erst aus dem so vorbereiteten Boden der salzsaure Auszug gewonnen. Man umgeht dadurch die Unbequemlichkeit, welche die Gegenwart organischer Stoffe in der salzsauren Lösung später mit sich bringt. Das einfachste Verfahren ist, den lufttrockenen Boden über einer Flamme zu erhitzen. Es stellte sich heraus, daß eine Zerstörung der organischen Substanz eintrat schon bei mäßigem Erhitzen, ohne daß

[1] Wahnschaffe, Wissenschaftl. Bodenuntersuchung. Berlin. 1903 S. 131.

die Platinschale ins Glühen kam. Durch die reichlich ausgeschiedene Kohle erhielt die Probe ein schwärzliches Aussehen. Ein salzsaurer Auszug der Probe ergab ein klares von organischen Stoffen freies Filtrat. Es zeigte sich jedoch, daß die in sehr feiner Form abgeschiedene Kohle das Filtrieren und Auswaschen sehr erschwerte. Die Bestimmungen der Humussubstanz und der Kieselsäure wurden zu ungenau. Endlich war man nicht sicher, ob der Boden nicht zu stark erhitzt wurde und dadurch in seinen Löslichkeitsverhältnissen beeinflußt wurde, indem Silikate aufgeschlossen, also löslicher, Tonerde und Eisenoxyd unlöslicher würden.

Ein zweites Verfahren der Beseitigung der organischen Substanz aus dem lufttrockenen Boden ist das Abrauchen desselben mit Ammoniumnitrat. Die Idee stammt von Prof. Dr. Sauer und hat sich als sehr brauchbar erwiesen. Zur richtigen Ausführung bedarf sie einiger Übung. Der in einem Porzellantiegel abgewogene Boden wird nach Bestimmung seines Wassergehaltes bei 110° C mit einer konzentrierten Ammonnitratlösung vorsichtig durchtränkt, damit nichts verstäubt, dann mit einem starken Platindraht zu einem dicken Brei angerührt und in dünner Schicht an der Wandung ausgebreitet. Der Tiegel wird nun bei lose aufgelegtem Deckel und schwach entleuchteter Bunsenflamme nur soweit erhitzt, daß die Dämpfe eben entweichen. Die Operation muß so oft wiederholt werden (1—5 mal), bis keine schwarze Teilchen mehr im Boden bemerkbar sind. Es läßt sich das leicht nachweisen, wenn beim Anfeuchten mit Ammonnitrat ein kleiner Teil des Bodens aufgeschlämmt wird. Nach dem letzten Abrauchen läßt man im Exsikkator erkalten und stellt durch eine zweite Wägung fest, wie viel der Boden an organischer Substanz plus Wasser verloren hat. Während des Abrauchens ist gut zu beobachten, wie die Farbe des Ortsteinbodens allmählich in die des normalen Bodens übergeht. Wie die teerartigen Beschläge auf dem Porzellandeckel zeigen, scheint nicht eine Verbrennung, sondern ein Abdestillieren — Verschwelung — der organischen Substanz stattzufinden. Die günstige Wirkung beruht wohl auf der Verwandtschaft des Ammonsalzes zu den Humusverbindungen, wie sie uns schon von Ammoniak als Lösungsmittel derartiger Stoffe bekannt ist. Von diesem Gesichtspunkt aus wäre es interessant, auch die Wirkung anderer Ammonsalze festzustellen. Das feuchte Abrauchen hat den Vorteil, daß keine allzustarke Erhitzung des Bodens eintritt, daß die Gasentwicklung langsam vor sich geht und keine feinsten Bodenteilchen mit sich reißt, und

drittens ist infolge der Durchtränkung die intensivste Wirkung gewährleistet. Zur Technik des Abrauchens mag noch einiges bemerkt sein: die Größe des Tiegels betrage ca. 6 cm Höhe, die Weite 6—7 cm, das Gewicht von Tiegel und Deckel ca. 50 g. Es darf nur mit so viel Ammonnitrat angefeuchtet werden, daß ein steifer Brei entsteht. Bei einem Zuviel muß der Überschuß auf dem Wasserbad eingedampft werden. Jedoch ist auch ein zu weitgehendes Eintrocknen zu vermeiden, weil sonst beim Abrauchen plötzlich ein starkes Glühen rasch die ganze Masse durchzieht, zugleich eine heftige Gasentwicklung eintritt und die feinere Erde in die Luft jagt. Das Abrauchen erfordert demnach die stete Aufmerksamkeit und geschieht am besten dadurch, daß der Brenner in die Hand genommen und der Tiegel durch eine fächelnde Flamme gleichmäßig erwärmt wird. Der auf diese Art behandelte Boden wird nach dem Wägen quantitativ aus dem Tiegel in eine Porzellanschale gebracht und mit Salzsäure ausgezogen.

Die Beschreibung des vorliegenden Verfahrens geschah etwas ausführlicher; weil es neu ist und für die nachfolgenden Analysen zugrunde gelegt wurde.

Von großem Interesse und manchem Vorteil gegenüber den bisherigen Methoden wäre es, ein Mittel zu besitzen, mit dem es gelänge, die Humusverbindungen aus dem Boden völlig zu extrahieren, um von den getrennten Stoffen jeden für sich untersuchen zu können. Von den von mir darauf geprüften Lösungsmitteln hat sich Weinsäure am wirksamsten erwiesen. Eine Granitortsteinprobe wurde mit Weinsäure im Überschuß versetzt. Die über dem Boden stehende Flüssigkeit färbte sich nach einigen Tagen dunkelweinrot, während der Boden seine normale Farbe annahm. Nach Abgießen der Lösung und Auswaschen des Bodens zeigte sich der letztere in der Hauptsache beim Erhitzen frei von organischer Substanz, nur der Tonschlamm der Probe färbte sich schwach dunkelgrau, was vielleicht auch auf absorbierte Weinsäure zurückzuführen ist. Der aus dem extrahierten Boden hergestellte salzsaure Auszug hatte die gewöhnliche hellgelbe Farbe. Die weitere Verfolgung der erst vor kurzem festgestellten Tatsache kann erst in späterer Zeit erfolgen. Anderweitige von mir angestellte Versuche, die analytischen Schwierigkeiten mittels Dialyse zu beheben, führten bis jetzt zu keinem Erfolg.

Wollen wir nun nach Besprechung der verschiedenen Verfahren dieselben einer Würdigung unterziehen, so ist zu sagen, daß

an sich der Gruppe I nach den Regeln der Bodenanalyse der Vorzug gebührte. Denn sie benutzt den lufttrockenen Boden zur Analyse, ohne ihn vorher irgendwie verändert zu haben. Wenn wir aber später durch Vergleich von Analysenresultaten verschiedener Herkunft zeigen können, daß die Ammonnitratbehandlung der Richtigkeit der Ergebnisse keinen Eintrag getan hat und daß diese Methode dabei eine Reihe von Vorteilen gewährt, so läßt es sich rechtfertigen, wenn wir, der Eigentümlichkeit des Ortsteins Rechnung tragend, von dem üblichen Wege abgewichen sind.

Bei Herstellung des salzsauren Bodenauszuges aus dem lufttrockenen Boden geht ein Teil der organischen Substanz in Lösung. Das Geschäft des Filtrierens und Auswaschens wird durch die schleimige Beschaffenheit des organischen Rückstandes sehr beeinträchtigt. Ist die Bestimmung der Kieselsäure im Filtrat schon schwierig, so ist das um so mehr der Fall bei Bestimmung der durch die Salzsäurebehandlung in Freiheit gesetzten, unlöslich zurückgebliebenen Kieselsäure des Bodenrückstandes. Denn beim Auskochen des letzteren mit kohlensaurem Natron und Natronlauge geht der größere Teil der Humusverbindungen in Lösung. M. Helbig hat diesen Teil der Kieselsäure nicht bestimmt, da er sich auf die Analyse des salzsauren Auszuges beschränkte, doch ist seine Kenntnis nach meiner Ansicht ganz wesentlich zur richtigen Beurteilung der Stoffwanderung bei der Ortsteinbildung. Die verschiedene Löslichkeit der Humusverbindungen in Salzsäure legt den Zweifel nahe, ob letztere überhaupt imstande ist, die Humate völlig aufzuschließen, oder wenigstens die an sie gebundenen anorganischen Stoffe in salzsäurelösliche Form zu bringen. Selbst den sehr energisch wirkenden Oxydationsmitteln gegenüber haben sie ihren Charakter als hochwertige Kohlenstoffverbindungen nicht verleugnet und sich als sehr widerstandsfähig gezeigt. Es ist bekannt, daß Humusstoffe erhebliche Mengen Stickstoff enthalten, aber in sehr schwer zersetzbarer Form, letzteres ist auch für die Phosphorsäure nachgewiesen[1] und genau das gleiche gilt für die Phosphorsäure des Ortsteins. Den analytischen Beweis, daß die Salzsäure nicht sämtliche an die Humate der Ortsteins gebundene Phosphorsäure zu lösen vermag, werden wir im nächsten Abschnitt bringen.

---

[1] Über Heidebodenanalysen von Emeis. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1901. S. 278. M. Schmöger in den Berichten der Deutsch. Chem. Gesellschaft. 26. S. 396. Tacke: Über eine eigentümliche Eigenschaft der Phosphorsäure im Moorboden. Mitteilg. d. Ver. zur Förderung der Moorkultur. No. 21.

Daraus ergeben sich als Vorteile der Ammonnitratbehandlung: Beseitigung der organischen Substanz von Anfang an; dadurch völlige Freigabe der an die Humusverbindungen gebundenen anorganischen Stoffe; Möglichkeit der Bestimmung sämtlicher Verbindungen in einem Gange und zwar in salzsaurer Lösung. Dazu kommt: das Gewicht des abgerauchten Bodens eignet sich nach meiner Ansicht besser zu der Berechnung der prozentischen Zusammensetzung der gelösten Stoffe als das des lufttrockenen Ortsteinbodens. Die organische Einlagerung ist sehr ungleichmäßig und steht nach den bisherigen Untersuchungen[1] in keinem Verhältnis zu der Menge der mineralischen Bestandteile. Durch Ausschaltung dieses variablen Faktors wird daher die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erhöht. Ferner gibt der Gewichtsverlust durch Abrauchen für die Menge der eingelagerten organischen Substanz einen ziemlich sicheren Maßstab, der jedenfalls genauer ist, als der durch das Glühen des Bodens erhaltene.

Auch für die mechanische Analyse des Ortsteins kann das Abrauchen von Bedeutung sein. Hier ist es ebenfalls die Humussubstanz, welche die Resultate beeinflußt. Durch Ausziehen mit Ammoniak gelingt es nicht, die Verkittung der Bodenteilchen völlig aufzuheben, wohl aber durch Behandeln mit Ammonnitrat, welches die Bodenbestandteile so gründlich von jeglicher organischen Hülle befreit, daß die Schlämmprodukte auch auf ihre petrographische Beschaffenheit geprüft werden können.

Es bleibt noch übrig nachzuweisen, daß das Abrauchen mit Ammonnitrat den Boden nicht wesentlich beeinflußt. Zu diesem Zweck wurde von zwei Proben des gleichen Ortsteins zur Zerstörung der organischen Substanz die eine, No. I, im Luftbad langsam und vorsichtig bis zum Eintritt der Dunkelfärbung erhitzt, die andere, No. II, mit Ammonnitrat abgeraucht, und dann jede mit verdünnter Salzsäure ausgezogen. Zur Kontrolle wurden je zwei Parallelanalysen ausgeführt. Bestimmt wurden nur Fe_2O_3 und $Al_2O_3 + P_2O_5$

	im Luftbad erhitzt		mit NH_4NO_3 abgeraucht	
	I		II	
	a	a'	b	b'
Fe_2O_3	1,56	1,45	1,49	1,85
$Al_2O_3 + P_2O_5$.	4,38	4,23	4,54	5,15

[1] Über die Ortsteinbildungen in der Provinz Westfalen von Lemcke. Münster 1903.

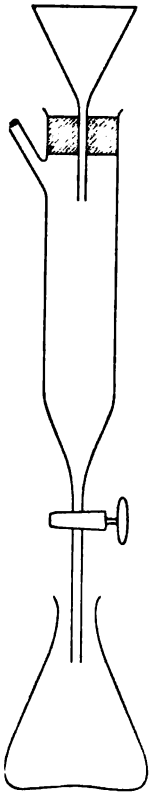
Ein Vergleich zwischen I und II ergibt, daß durch die Ammonnitratbehandlung tatsächlich keine wesentliche Veränderung des Bodens herbeigeführt wird. Die durchweg höheren Werte in IIb' sind verursacht durch versuchsweise Anwendung einer stärkeren Säure.

Noch mehr Schwierigkeiten als die Beseitigung der organischen Substanz verursachte das Abfiltrieren des salzsauren Auszuges vom Bodenrückstand. Beim ersten Aufgießen ging die Flüssigkeit trüb durch das Filter. Die Poren desselben erwiesen sich als zu grob, um die feinsten Bodenteilchen zurückzuhalten. Nach einiger Zeit begann das Filtrat klar abzutropfen, die Poren hatten sich verstopft, das Abfiltrieren ging unendlich langsam vor sich. Begann nach einer harten Geduldsprobe das Auswaschen des Bodens, so mußte man gegen Ende dieser Operation, wenn der Boden von den löslichen Salzen nahezu befreit war, die Enttäuschung erfahren, daß das Filtrat von neuem sich trübte. Nicht alle Böden verhalten sich hierin gleich. Ohne ersichtlichen Grund geht das Filtrat des einen mehr, des anderen weniger, des dritten gar nicht trübe durch. Dieser Umstand hat die Lösung der Frage ziemlich erschwert, indem Mittel, die sich das eine Mal bewährten, das andere Mal versagten und von neuem in das Versuchsstadium zurückwarfen. In noch viel höherem Maße und ausnahmslos trat die Erscheinung des Trübedurchlaufens ein beim Abfiltrieren des kohlensauren Natronauszuges. Um nämlich die durch den salzsauren Auszug amorph abgeschiedene Kieselsäure vollständig in Lösung zu bringen, ist es nötig, den von seiner salzsauren Lösung befreiten Boden noch mit kohlensaurem Natron und Natronlauge kurze Zeit auszukochen. Eine Reihe von Versuchen wurde zur Behebung des Übelstandes angestellt, die, wenn sie auch immer ein negatives Ergebnis hatten, doch die Erkenntnis reiften, daß es sich um zwei verschiedene Dinge handelte, beim ersten Trübedurchlaufen um Suspensionen, beim zweiten, durch das Auswaschen bedingten, um kolloidale Lösungen[1]. Letzteres gibt uns eine Erklärung für die Tatsache, daß das salzsaure Filtrat das Trübedurchlaufen nicht oder in nur geringerem Maß, das alkalische kohlensaure Natronfiltrat aber immer und sehr stark zeigt. Das beim Auswaschen entstandene trübe Filtrat ist eine kolloide Tonlösung. Ton ist ein elektronegatives Kolloid und wird als solches durch

[1] Ich habe mich dabei an die ältere Anschauung gehalten. Neuerdings sucht man die Kolloidbildung durch die Suspensionstheorie zu erklären.

Säuren gefällt, durch Alkalien wieder in kolloide Lösung gebracht. Den Fingerzeig zu dieser Erklärung gab mir ein Aufsatz in der Zeitschrift „Baukeramik“ 1908 No. 6 „Über die Verflüssigung wasserarmer grobkörniger Schamottemassen“ von Dr. E. Weber. Vorher war ich sehr im unklaren und suchte dem Übelstand durch Verwendung immer festerer und dichterer Filtrierpapiere zu steuern. Das Filtriergeschäft dauerte eine Woche und das Ergebnis war ein trübes Filtrat. Ähnliche Erfahrungen beschreibt E. A. Mitscherlich in Fühling's landw. Zeitung 1906 Heft 11 in einem Aufsatz über „Die chemische Bodenanalyse.“ Darin sagt er: „Die Trennung der Salzlösung vom Boden ist mit die größte Schwierigkeit bei der Arbeit gewesen. Ich habe es lange mit Filtrieren durch Filtrierpapier versucht, aber es gelang nur in sehr vereinzelten Fällen eine klare Lösung zu erhalten.“ Anschließend daran gibt Mitscherlich verschiedene Mittel mit der Eigenschaft zu klären an z. B., gelatinöses Aluminiumhydrat, feinste Knochenkohle, aschenfreier Ruß, Kaolin und gebrannte Tonfilter. Zu diesen ließen sich noch hinzufügen: Elektrolyse, Zentrifugieren, Erhitzen, Einleiten von Kohlensäure, Zusatz von Elektrolyten. Alle diese Mittel sind nicht gleichermaßen zu gebrauchen, sondern müssen von Fall zu Fall ausgewählt und probiert werden. z. B. ist für unsere Zwecke Aluminiumhydrat wegen seiner Löslichkeit in Salzsäure wie in Natronlauge ausgeschlossen. Knochenkohlen und Ruß sind umständlich rein herzustellen und würden infolge ihrer feinen Verteilung und dadurch bewirkten großen Absorptionsfähigkeit einen Teil der löslichen Salze zurückhalten. Das Erhitzen versagte, ebenso das Einleiten von Kohlensäure, während G. Bodländer in einem Aufsatz „Versuche über Suspensionen von Kaolin in Wasser und deren Klärung durch Zusätze löslicher Stoffe“ im Neuen Jahrb. für Min. etc. II. 147 feststellt, daß auch Kohlensäure die Klärung bewirkt. Elektrolyse und Zentrifugieren konnte ich nicht erproben, sie erfordern besondere Einrichtungen, die mir nicht zu Gebote standen. So blieb nur noch der Zusatz von Elektrolyten. Von diesen sind die Ammoniumsalze sehr wirksam und von allgemeinster Anwendung. Aber sie würden sowohl aus dem salzsauren wie kohlensauren Natronauszug die Kieselsäure ausfällen und blieben daher außer Betracht. Als das geeignetste Mittel zur Klärung beim Auswaschen des salzsauren Auszuges erwies sich der Zusatz weniger Tropfen Salzsäure; Schlußprobe mit Rhodankali auf Eisen. Beim Auswaschen des kohlensauren Natronauszuges ist Kochsalz

das geeignetste Mittel. In vereinzelten Fällen — vielleicht infolge zu geringen Kochsalzzusatzes — war auch die Wirkung des Kochsalzes nicht ganz genügend, so daß trotzdem im Filtrat eine Trübung auftrat. Hier müssen noch andere Wege eingeschlagen werden. Was enthält das Filtrat? Die Kieselsäure als Natronsilikat und Ton in kolloider Lösung. Versetzen wir das trübe Filtrat mit überschüssiger Salzsäure, so wird der Ton als elektronegatives Kolloid ausgefällt, die Kieselsäure wird sich verschieden verhalten. In konzentrierter Lösung wird sich die Kieselsäure als Gallerte ausscheiden, in verdünnter Lösung geht sie aus ihrer wahren Lösung in eine Pseudolösung in kolloide Lösung über. Die Praxis wird sein, daß das Filtrat stark verdünnt und ganz schwach angesäuert wird. Nach einiger Zeit kann die kolloide Kieselsäurelösung von dem niedergeschlagenen Ton dekantiert werden. Durch 2—3maliges Wiederholen des Dekantierens ist kein Kieselsäureverlust zu befürchten.



Zum Schluß noch einige Bemerkungen über die Technik des Filtrierens. Zu letzterem wurde nebenstehender Apparat benützt, der ohne weiteres verständlich ist. Um die feinen Suspensionen zurückzuhalten, wurden mit Erfolg dicke Faltenfilter (Schleicher und Schüll No. 572½) angewendet. Da nach dem Abfiltrieren des salzsauren Auszuges das Zurückspülen des Tonschlamms vom Filter in die Schale mit dem Bodenrückstand Schwierigkeiten verursachte, wurde Filter samt Tonschlamm in die Schale gegeben und mit kohlensaurem Natron ausgezogen. Das Filtrat wurde zuerst in dem zylinderförmigen, nach unten durch einen Glashahn abgeschlossenen Rohre aufgefangen und nach Prüfung auf seine Klarheit in das unterstellte Gefäß abgelassen. Bei günstiger Beleuchtung läßt sich besonders an der Stelle, wo die Tropfen einfallen, selbst die feinste Trübung, die im Standgefäß erst bei größerer Filtratmenge bemerkbar wird, erkennen. Der häufige Fall, daß durch unvermutetes Trübedurchlaufen des ganze Filtrat unbrauchbar wird, ist daher ausgeschlossen. Ein anderer Vorteil besteht noch darin, daß der Appa-

rat als Saugvorrichtung dienen kann, sei es, daß der Hahn geschlossen und die Saugwirkung von dem seitlichen Tubus aus erfolgt, oder daß der Tubus geschlossen und die im Rohre stehende Flüssigkeitssäule bei geöffnetem Hahn den Zug ausübt. Bei Verwendung von Faltenfiltern von Saugapparaten sprechen, hat eigentlich keinen Sinn. Doch läßt sich eine, wenn auch schwache Wirkung erzielen bei Verwendung maschinenmäßig hergestellter Faltenfilter, deren Rillen nicht bis in die Spitze auslaufen. Durch Hahnenregulierung und stetes Gefüllthalten des Filters läßt sich die Zeit des Filtrierens um ca. ein Drittel verkürzen.

II. Chemische Untersuchungen.

Nachfolgende Analysen wurden im bodenkundlichen Laboratorium der Geologischen Landesanstalt ausgeführt. Bei Aufgaben wie der vorliegenden, wo es sich darum handelt, extrem geartete Böden zu untersuchen und das abgewogene Material chemisch nicht völlig aufzuarbeiten, sondern nur die durch Säuren in Lösung gebrachten Stoffe quantitativ festzustellen, ist es nötig, von vornherein einen Arbeitsplan aufzustellen und diesen durch die ganze Reihe von Untersuchungen beizubehalten. Nur ein solches systematisches Arbeiten ermöglicht, die Resultate zu vergleichen.

Bei der Ausführung der nachfolgenden Analysen habe ich mich nicht an die Bestimmungen der Deutschen landwirtschaftlichen Versuchsstationen gehalten. Die Ausnahme, daß ich nicht den lufttrockenen, sondern mit Ammonnitrat behandelten Boden zum Ausgangsmaterial nahm, habe ich bereits gerechtfertigt. Von dem lufttrockenen Ortstein wurden die verkitteten Brocken mit dem Finger oder einem Gummipistill zerdrückt und davon durch Absieben mit dem 2 mm-Sieb die Feinerde gewonnen, ca. 500 g in Gläser gefüllt und ins Wägezimmer gestellt. Nach gründlicher Durchmischung wurden vom Bleichsand ca. 30—40 g, vom Ortstein und Untergrund je 20—30 g lufttrocken abgewogen. Die Bestimmung des Gewichtsverlustes durch Trocknen bei 110° C bis zur Gewichtskonstanz wurde nur einige Male durchgeführt. Wegen des damit verbundenen Zeitverlustes begnügte ich mich damit, den Gewichtsverlust nach zweistündigem Trocknen festzustellen. Nunmehr erfolgt das Abrauchen und die Bestimmung des dadurch eingetretenen Gewichtsverlustes, das Gewicht des abgerauchten Bodens wird der Berechnung des prozentischen Anteils der löslichen Stoffe zugrunde

gelegt. Auch der Untergrund wurde der Ammonnitratbehandlung unterworfen, um sämtliche Böden gleichmäßig zu behandeln. Nach der Wägung wird der Boden aus dem Tiegel quantitativ in eine Porzellanschale gebracht, vorsichtig mit der dreifachen Menge konzentrierter Salzsäure (spez. Gew. 1,124) angerührt und unter öfterem Umrühren bei bedeckter Schale 2 Stunden auf dem Wasserbad erhitzt. Nach vorheriger Verdünnung und Absitzenlassen wird der salzsaure Auszug abfiltriert und der Boden ausgewaschen. Das Filter mit dem anhaftenden Bodenschlamm wird zu dem Boden in die Schale zurückgegeben, mit einer Lösung von 10 g Soda und 20 ccm starken Natronlauge übergossen, 15 Minuten auf das kochende Wasserbad gesetzt, öfters umgerührt und die Lösung abfiltriert.

Beim analytischen Trennungsgang habe ich mich im allgemeinen an das Büchlein „Gesteinsanalyse von M. Dittrich“ gehalten. Sämtliche Bestimmungen wurden gravimetrisch ausgeführt, die ersten Analysen zur Kontrolle als Parallelanalysen. Der salzsaure Auszug wurde zunächst 2mal eindegampft zur Abscheidung der Kieselsäure. Das Filtrat davon auf 1000 ccm gebracht. 500 ccm dienten zur Bestimmung der Schwefelsäure, 250 ccm zur Bestimmung der Basen, 250 ccm blieben in Reserve. Eine solche Teilung hat den Vorzug, daß verschiedene Trennungen nebeneinander gemacht werden können und daß man keine allzugroßen Niederschläge von Eisenhydroxyd und Tonerde erhält, welche sonst beim Auswaschen regelmäßig kolloid durch das Filter gehen. Nicht zu unterschätzen ist auch die Betriebssicherheit durch Vorhandensein einer Reserve. Auf Schwefelsäure wurde erst später Rücksicht genommen, als sich bei einer Alkalienbestimmung herausstellte, daß außer Chlor auch Schwefelsäure zugegen war. Beim Abrauchen der Ammoniumsalze (zwecks Bestimmung des Magnesiums und der Alkalien) hat es sich als vorteilhafter erwiesen, statt einer Platinschale einen geräumigen Porzellantiegel zu verwenden, ebenso bei Abscheidung des Magnesiums durch Quecksilberoxyd, da sich merkliche Mengen Platin dem Salzrückstand beimischen. Sie verursachen eine Schwarzfärbung des Rückstandes und eine nachweisbare Abnahme der Platinschale. Bei der Abscheidung der Kieselsäure, insbesondere der aus dem Bodenrückstand gewonnenen, dagegen empfiehlt sich eine große Platinschale, weil es sich hier um das Eindampfen großer Flüssigkeitsmengen handelt, die infolge ihres reichen Alkaliengehaltes gern über den Rand kriechen, und weil sich die abgeschiedene Kieselsäure aus

einer Porzellanschale viel schwerer herausschaffen läßt als aus einer Platinschale. Zur richtigen Bestimmung der Phosphorsäure, besonders geringer Mengen, nach der Molybdänmethode ist es nötig, genau die Umstände zu kennen, unter denen sich eine quantitative Abscheidung der Phosphorsäure als molybdänsaures Ammonphosphat vollzieht. Der Gegenstand hat eine eingehende Bearbeitung erfahren durch Dr. F. Hundeshagen-Stuttgart: „Analytische Studien über die Phosphordodekamolybdänsäure, die Bedingungen ihrer Bildung und Abscheidung als Ammonsalz" in Fresenius, Zeitschrift für anal. Chemie. XXXIII. Heft II. Die Abscheidung des Magnesiums als MgO durch Quecksilberoxyd ist nicht vollständig, der fehlende Rest findet sich beim Natrium. Die Bestimmung des K_2O erfolgte als K_2PtCl_6, die des Na_2O als Na_2SO_4.

Im Schwarzwald haben wir zwei Vorkommen von Ortstein: das eine im Buntsandstein, ihm gehören fast sämtliche Ortsteinbildungen an; das andere, im Granit, tritt nur vereinzelt auf.

Von ersterem, dem Buntsandsteinortstein, wurden drei, von letzterem, dem Granitortstein, zwei Analysen ausgeführt. Vor der chemischen Untersuchung der Proben wird es sich empfehlen, den Untergrund mit Ammoniak auf Humusverbindungen zu untersuchen. Namentlich grobstückiger Gehängeschutt läßt die Humuslösungen sehr tief eindringen. Die Bodenfarbe ermöglicht nicht immer einen sicheren Schluß, ob der Untergrund noch im Bereich derselben liegt oder nicht.

An zwei Proben des Buntsandsteinortsteins des Hinteren Heinzelbergkopfes wurden besondere Gewichtsverlustbestimmungen ausgeführt. Die Proben wurden bis zur Gewichtskonstanz getrocknet oder geglüht. Der Gewichtsverlust betrug in %

	I. Probe	II. Probe
bei 100°	5,93	5,86
„ 120°	6,95	6,93
durch Abrauchen	10,95	10,90
„ Glühen	14,56	14,40

Sind die erhaltenen Zahlen auch nur von annähernder Genauigkeit, so geben sie uns doch ein ungefähres Bild über das Verhältnis zwischen organischer Substanz, Wasser und Gasen, zumal in diesen Sandböden Kohlensäure, Kalk, Magnesia und Ton eine ge-

ringe Rolle spielen. Der Gesamtwasserverlust beträgt ca. 10 %, organische Substanz sind es ca. 4 %.

Eine eingehendere Besprechung der Untersuchungsergebnisse wollen wir erst am Schluß unter Berücksichtigung sämtlicher Analysen vornehmen. Der Einzelanalyse hängt oft zu sehr das Moment des Zufälligen an, was in besonderem Maß für eine so veränderliche Bildung, wie sie der Ortstein ist, Geltung hat. In den folgenden Tabellen enthält die Spalte

a) das Gewicht des zur Analyse abgewogenen lufttrockenen Bodens, ausgedrückt in Gramm;
b) den Gewichtsverlust des Bodens nach 2stündigem Trocknen bei 110° C in %;
c) den Gewichtsverlust des Bodens durch das Abrauchen mit NH_4NO_3 in %; b) u. c) unter Zugrundlegung des Gewichts von a);
d) Gewicht des abgerauchten, also nur mineralischen Bodens;
e) den prozentischen Anteil der in Salzsäure löslichen Stoffe des abgerauchten Bodens, bezogen auf das Gewicht d);
f) die Summe der einzelnen Werte von e);
g) den prozentischen Anteil des in Salzsäure und kohlensaurem Natron unlöslichen Bodens, berechnet aus der Differenz von f) u. 100. Anfänglich wurde der Versuch gemacht, g) direkt zu bestimmen. Die damit verbundene Umständlichkeit wurde aber nicht durch die erreichte Genauigkeit aufgewogen. Ein Teil der Analysen wurde anfänglich als Parallelanalysen ausgeführt.

A. Analysen des Buntsandsteinortsteins.

I. Hinterer Heinzelbergkopf (Blatt Freudenstadt). Mittlerer Hauptbuntsandstein. 720 m ü. d. M. Exposition südlich, ziemlich steil. 100—120jähriger lichter Mischbestand aus Forchen und Fichten, Heidelbeer, Heiden, Adlerfarn, nicht viel gewöhnliches Moos. Profil: 10—20 cm schwarzer sandiger Humus; 20—45 cm grauer leicht rötlicher humoser Sand; 20—50 cm steinharter rotrost-brauner Ortstein. Darunter mindestens 40 cm rostiger, verfestigter, dazwischen etwas rostiger Sand. (Bodenprofil gesammelt und beschrieben von Dr. K. Rau.)

	Bleichsand		Ortstein		Untergrund	
a) Boden lufttrocken g . .	20,0008	20,0000	15,0025	15,0027	20,0012	19,9996
b) Verlust bei 110° nach 2 Stunden %	0,300	0,283	3,790	3,802	0,768	0,784
c) Verlust durch NH_4NO_3 %	1,577	1,550	10,921	10,720	1,946	1,920
d) Mineralischer Boden g .	19,6851	19,6895	13,3632	13,3887	19,6121	19,6157
e) SiO_2 . . . . . %	0,312	0,335	2,698	2,427	1,527	1,308
Fe_2O_3 . . . . . „	0,253	0,238	1,857	1,848	0,906	0,882
Al_2O_3 . . . . . „	0,180	0,198	4,946	5,231	1,268	1,103
P_2O_5 . . . . . „	0,029	—	0,059	0,153	0,043	0,053
CaO . . . . . „	Spur	Spur	0,019	0,010	0,021	0,024
MgO . . . . . „	0,015	0,013	0,118	0,147	0,088	0,097
K_2O . . . . . „	0,035	0,036	0,172	0,195	0,052	0,092
Na_2O . . . . . „	0,011	0,010	0,041	0,078	0,016	0,010
f) Summe: löslich	0,835	0,830	9,910	10,089	3,921	3,569
g) Unlösl. Bodenrückstand .	99,165	99,170	90,090	89,911	96,079	96,431

II. Braunbergle, Rinkenteich (Blatt Baiersbronn). Meereshöhe 670 m. Gehängeschutt von Mittlerem Buntsandstein (sm) und Eck'schen Geröllhorizont (smc_1). Exposition: südsüdöstlich. Profil: 10 cm Rohhumus, 50—60 cm Bleichsand (5—10 cm anmoorig, 40 cm weiß, 5—10 cm graulich), 10—15 cm Ortstein, über 60 cm normaler Untergrund. (Bodenprofil gesammelt und beschrieben von Dr. K. Regelmann.)

	Bleichsand		Ortstein	Untergrund
a) Boden lufttrocken . . . . g	19,9998	20,0003	20,0000	20,0003
b) Verlust bei 100° nach 2 St. %	0,084	0,083	1,156	0,341
c) „ durch NH_4NO_3 . . „	0,365	0,360	3,566	0,813
d) Mineralischer Boden . . . . g	19,9332	19,9334	19,2878	19,8388
e) SiO_2 . . . . . %	0,361	0,334	1,253	0,647
Fe_2O_3 . . . . . „	0,043	0,033	1,811	0,592
Al_2O_3 . . . . . „	0,126	0,137	1,426	0,695
P_2O_5 . . . . . „	0,029	0,017	0,154	0,092
CaO . . . . . „	0,026	0,025	0,029	0,025
MgO . . . . . „	0,010	0,008	0,049	0,022
K_2O . . . . . „	0,032	0,038	0,184	0,108
Na_2O . . . . . „	0,010	0,007	0,019	0,016
f) Summe: löslich	0,637	0,599	4,925	2,197
g) Unlöslicher Bodenrückstand .	99,363	99,401	95,075	97,803

III. Hummelberg-Schulhalde (Blatt Enzklösterle). Ca. 20 m Abstand von der Abteilungslinie Lappach. Meereshöhe 735 m. Gehängeschutt vorwiegend des Mittleren Buntsandsteins (sm). Hang Exposition: nordnordwestlich. Profil: 20 cm Faserhumus, Sphagnum, Calluna, Preiselbeere, Flechten. 15 cm Moderhumus. 35 cm Bleichsand. 35 cm sehr harter, oben dunkelschwarzbrauner Ortstein. 40—45 cm gelbbraungefärbte schwach verfestigte Sandschicht. 50 cm und mehr Boden des normalen Untergrundes. (Bodenprofil gesammelt und beschrieben von Dr. K. Regelmann.)

	Bleichsand	Ortstein	Untergrund
a) Boden lufttrocken . . . . . g	20,0029	20,0000	20,0000
b) Verlust bei 110° nach 2 Stunden %	0,3408	2,450	0,400
c) „ durch NH_4NO_3 . . . . „	1,072	7,032	0,845
d) Mineralischer Boden . . . . . g	19,7879	18,5960	19,8312
e) SiO_2 . . . . . %	0,572	1,123	1,155
Fe_2O_3 . . . . . „	0,193	0,767	0,552
Al_2O_3 . . . . . „	0,455	2,133	0,975
P_2O_5 . . . . . „	0,069	0,091	0,128
CaO . . . . . „	0,031	0,036	0,029
MgO . . . . . „	0,011	0,025	0,031
K_2O . . . . . „	0,083	0,120	
Na_2O . . . . . „	0,022	0,040	0,030
f) Summe: löslich	1,436	4,335	2,900
g) Unlöslicher Bodenrückstand . . .	98,564	95,665	97,100

B. Analysen des Granitortsteins.

Ausführung der Analysen genau wie die der vorhergehenden. Hinzugekommen ist die Bestimmung der Schwefelsäure.

I. Hahnenbronn, Schönmünztal (Blatt Obertal-Kniebis). Meereshöhe 630 m. Verwitterungsschutt des Hauptgranites. Steiler Hang mit Südwestexposition. Probeentnahme am Rande eines Stumpenloches unweit einer Gneisscholle. Fläche vom Altholz, wohl II. Bonität, geräumt, teils natürlich, teils künstlich verjüngt. Sämtliche Pflanzen zeigen kräftiges Wachstum. Stellenweise dichte Rasen von Heidelbeeren. Profil: 10 cm Rohhumus. 5—10 cm Bleichsand. 10 cm harte Ortsteinbank. Von 30 cm ab frischer normaler Untergrund.

	Bleichsand	Ortstein	Untergrund
a) Boden lufttrocken . . . . . g	32,3213	21,8942	33.4807
b) Verlust bei 110° nach 2 Stunden %	—	—	—
c) „ durch NH_4NO_3 . . . . „	9,1201	23,381	5,419
d) Mineralischer Boden . . . . . g	29,3767	16,7742	31,6698
e) SiO_2 . . . . . %	1,870	6,336	5,623
Fe_2O_3 . . . . . „	1,803	5,510	3,830
Al_2O_3 . . . . . „	1,663	9,471	5,921
P_2O_5 . . . . . „	0,022	0,144	0,065
CaO . . . . . „	0,036	0,040	0,025
MgO . . . . . „	0,180	0,467	0,413
K_2O . . . . . „	0,091	0,327	0,316
Na_2O . . . . . „	0,031	0,112	0,070
SO_3 . . . . . „	0,036	0,113	0,052
f) Summe: löslich	5,732	22,520	16,315
g) Unlöslicher Bodenrückstand . . .	94,268	77,480	83,685

II. Moolbronn Murgschifferschaftswald (Blatt Baiersbronn, am nördlichen Kartenrand). Meereshöhe 640 m. Verwitterungsschutt des Hauptgranites (Gm). Ebene. Femelbetrieb. III. Bonität. Profil: 0—5 cm Rohhumus. 5—40 cm Bleichsand. 40—60 cm braunroter sehr fester Ortstein. 60—75 cm gelber, wenig fester Teil der Ortsteinzone. Von 75 cm ab normaler Untergrund.

	Bleichsand	Ortstein	Untergrund
a) Boden lufttrocken . . . . . g	32,5495	21,2066	25,7138
b) Verlust bei 110° nach 2 Stunden %	—	—	—
c) „ durch NH_4NO_3 . . . . „	4,971	21,400	6,154
d) Mineralischer Boden . . . . . g	30,9366	16,7526	24,1332
e) SiO_2 . . . . . %	1,012	5,820	5,170
Fe_2O_3 . . . . . „	0,542	1,761	2,164
Al_2O_3 . . . . . „	0,682	9,883	5,552
P_2O_5 . . . . . „	0,163	0,744	0,467
CaO . . . . . „	0,034	0,090	0,064
MgO . . . . . „	0,033	0,293	0,368
K_2O . . . . . „	0,074	0,289	0,274
Na_2O . . . . . „	0,024	0,108	0,088
SO_3 . . . . . „	0,012	0,066	0,026
f) Summe: löslich	2,576	19,054	14,173
g) Unlöslicher Bodenrückstand . . .	97,424	80,946	85,827

Der größeren Anschaulichkeit und der leichteren Vergleichbarkeit wegen sind die Ergebnisse der einzelnen Analysen auf beiliegender Tafel in graphischer Darstellung zusammengefaßt. Manches für die Ortsteinverhältnisse Charakteristische wäre noch besser in die Erscheinung getreten, wenn man die Analysen nach besonderen Gesichtspunkten in Gruppen zusammengefaßt zur Darstellung gebracht hätte. Der Kürze wegen mußte davon Abstand genommen werden. Aber auch so lassen sich die wichtigeren Einzelheiten gut erkennen. Ebenso wurde die Darstellung der Werte für CaO, MgO, K_2O, Na_2O, SO_3 unterlassen, weil die einzelnen Linien rechts von P_2O_5 so nahe zusammenfallen, daß ihre Unterscheidung unmöglich ist.

Gehen wir bei Betrachtung der Tafel von den allgemeinsten Gesichtspunkten aus, so treten drei Gesetzmäßigkeiten scharf hervor:

1) die relativ gleichartige Charakterisierung des Bleichsandes, Ortsteins und Untergrundes nach Stoff und Menge;
2) der große Unterschied zwischen Buntsandstein- und Granitortsteinböden in bodenkundlicher Beziehung;
3) die weitgehende Übereinstimmung der zusammengehörenden Bodenarten in bodenkundlicher Beziehung.

Man glaubt auch des öfteren bemerken zu können, daß einer stärkeren Auslaugung des Bleichsandes eine stärkere Anreicherung des Ortsteins gegenübersteht.

Zur näheren Begründung der eben ausgesprochenen Sätze gehen wir zweckmäßigerweise von dem Untergrund als dem normalen Boden aus. Dieser Boden, dem auch früher die jetzt entarteten Böden des Bleichsandes und Ortsteins angehörten, gibt uns einen Maßstab zur Beurteilung der Stoffumlagerungen. Nach unserer Tafel besitzen wir ein erstes Maximum für die organischen Stoffe, ein zweites Maximum für die Tonerde und ein Minimum für Kalk. Es sind dies die drei Kardinalpunkte für jede Ortsteinbildung. Die übrigen in der Analyse nachgewiesenen Stoffe beteiligen sich in mehr oder weniger untergeordneter Weise an der Ortsteinbildung. Eine interessante Anomalie bildet die Analyse B. II, auf die wir später zu sprechen kommen. Die Zahlenwerte für organische Stoffe plus Wasser im Ortstein, erhalten durch die Ammoniumnitratbehandlung, sind die größten und bleiben es, auch wenn wir die entsprechenden Wasserverlustwerte des zugehörigen Untergrundes in Abzug bringen. Letzteres ist unbedingt nötig, wollen wir den Betrag der organischen Stoffe und des von ihnen gebundenen Wassers näherungsweise kennen lernen. Denn hier wie im folgenden müssen wir davon aus-

gehen, daß der Ortstein in der Hauptsache nichts anderes darstellt, als den normalen Untergrund plus den ihm vom überlagerten Boden (späteren Bleichsand) zugeführten mineralischen und humosen Stoffen. Letztere spielen demnach bei der Ortsteinbildung die Hauptrolle; auffallend ist aber dabei, in wie weiten Grenzen ihr Betrag schwanken kann. Nach den vorliegenden Analysen ist eine Beziehung zur Tonerde unverkennbar. Die Verhältniszahlen zwischen organischen Stoffen + H_2O u. Al_2O_3 betragen bei

B I	2,2		resp. bei Abzug	1,8	
B II	2,5		des Wasser-	1,3	
B III	3,2	: 1	gehaltes des	2,8	: 1
Gr I	2,4		zugehörigen	1,8	
Gr II	2,2		Untergrundes	1,5	

Der zweite integrierende Bestandteil bei der Ortsteinbildung ist die Tonerde. Nirgends wie hier tritt auf der graphischen Darstellung so schön der gesetzmäßige Verlauf der Linien hervor. Von sämtlichen der an der Stoffumlagerung beteiligten Verbindungen erleidet sie die größten Verschiebungen. Im Bleichsand ist sie relativ am stärksten ausgelaugt, im Ortstein dagegen am vollständigsten wieder zur Ablagerung gelangt. Die innigen Beziehungen zwischen den sogenannten Humussäuren und der Tonerde, die sich aus dem Gesagten ergeben, entsprechen ganz den Erfahrungen der Chemie, besonders der Kolloidchemie, nach der die Tonerde mit den sogen. Humussäuren schwer lösliche und schwer trennbare Kolloidverbindungen eingeht. Es sei noch auf die RAMANN'schen Analysen hingewiesen, die für den norddeutschen Ortstein ein gleiches Verhalten der Tonerde ergeben. A. SAUER hat bereits in seinem Vortrage in Öhringen 1905 auf diese merkwürdige Anreicherung von Tonerde, wie sie in den RAMANN'schen Analysen hervortritt, hingewiesen.

Nicht das gleiche gesetzmäßige Verhalten zeigt das Eisenoxyd. Im allgemeinen ist gegenüber dem Untergrund im Ortstein eine mäßige Anreicherung zu konstatieren, zwei Fälle jedoch ausgenommen. In der Analyse B. II überwiegt der Fe_2O_3-Gehalt sogar den Al_2O_3-Betrag, und in der Analyse Gr II sinkt der Eisengehalt sogar unter den des Untergrundes. Die Analyse B. II haben wir schon früher im Gegensatz zu den anderen als anomal bezeichnet und sie ist es in mehr als einer Beziehung. Gehen wir vom normalen Untergrund aus, so kennzeichnet ihn schon der tiefliegende Linienverlauf als den mineralärmsten aller anderen Untergrundsböden, in dem, ab-

weichend von den anderen Böden der Eisenoxydgehalt nahezu gleich dem der Tonerde ist. Dann fällt uns auf der geringe Gehalt des Ortsteins an organischen Stoffen, er ist der niederste von sämtlichen Ortsteinen. Wir können daraus schließen, daß der Prozeß der Ortsteinbildung hier etwas anders verlaufen ist wie sonst, und daß in dem eisenschüssigen Sand das Eisenoxyd den Verkittungsstoff abgegeben hat. Analoge Vorkommnisse in Dänemark beschreibt P. E. Müller[1]. Er gibt an, daß Tuxen von 8 Lokalitäten mageren Sandbodens Bestimmungen der Eisenmenge in der Ortsteinschicht ausgeführt hat, welche alle viel mehr, meist die zwei- bis dreimal so große Eisenmenge ergeben haben als der Untergrund. Dagegen haben sechs Analysen lehmigen Ortsteins verschiedener Lokalitäten gezeigt, daß diese Schicht ärmer an Eisen ist als der Untergrund, wie es auch bei unserer Granitsteinanalyse Gr II der Fall ist. Er erklärt diese merkwürdige Erscheinung damit, daß in den mineralkräftigeren Böden die Tonerde als stärkere Base aus der humussauren Eisenoxydullösung die Humussäure bindet, während das Eisen mit der Kohlensäure davongeht. In unserem Fall, d. h. in Analyse Gr II, trifft diese Erklärung jedenfalls nicht zu, weil der Mindergehalt an Fe_2O_3 im Ortstein nur ein scheinbarer ist, wie später des näheren erörtert wird. Bezüglich des Ortsteins B. II aber bin ich der Meinung, daß er eine Übergangsform vom Humusortstein zu einer Eisenkonkretion ist. Von sämtlichen Verbindungen ist unter der Einwirkung der Humussäuren das Eisen die beweglichste, indem von der gesamten im Boden vorhandenen Menge der größte Teil ausgelaugt wird im Gegensatz zur Tonerde, bei der der größere Teil ungelöst bleibt.

Ein wechselndes Verhalten lassen die Analysen auch bei der Kieselsäure erkennen. Die durchweg starke Auslaugung im Bleichsand läßt auf die energische Zersetzungskraft der Humussäuren schließen, die bereits von Sprengel[2] experimentell nachgewiesen wurde. Als Baustoff scheint sie im Ortstein keine nennenswerte Rolle zu spielen, denn nur einmal, in B. I, erreicht sie hier einen größeren Betrag im Verhältnis zum Untergrund. Dadurch daß im Bleichsand alle übrigen Stoffe mehr ausgelaugt werden als SiO_2 tritt hier eine relative Anreicherung der letzteren ein. Berechnen wir das molekulare Mengenverhältnis zwischen Kieselsäure und Tonerde — wie es

[1] a. a. O. S. 213.

[2] Baumann a. a. O. S. 61.

in Tabelle B S. 27 geschehen ist, so erhalten wir für Bleichsand, Ortstein und Untergrund folgendes Mengenverhältnis

$$Si\,O_2 : Al_2O_3 = 3:1 \text{ (Bleichsand)}$$
$$= 1:1 \text{ (Ortstein)}$$
$$= 2:1 \text{ (Untergrund).}$$

Die Zahlen beweisen unmittelbar, was soeben über Bleichsand und Ortstein in bezug auf die Kieselsäure gesagt wurde. In diesem Sinne hat demnach Emeis in Flensburg recht, wenn er bei Besprechung der Verhältnisse des norddeutschen Heidelandes von einer allmählichen Verkieselung der Bodenoberfläche in geologischen Zeiträumen spricht[1].

Als die zwei Hauptfaktoren der Ortsteinbildung haben wir bisher die Humussäuren und die Tonerde kennen gelernt. Als dritten können wir den Kalk anführen, allerdings in umgekehrtem Sinn. Denn nicht sein Vorhandensein, sondern gerade sein Fehlen ist der Ortsteinbildung günstig. So weisen auch unsere Analysen einen auffallend geringen Kalkgehalt auf, der für solche Bildungen, wo sie auch vorkommen mögen, typisch ist. Die Wirkung des Kalkes beruht darauf, daß er im allgemeinen durch beschleunigte Zersetzung der organischen Stoffe die Torfbildung verhindert[2], oder aber die entstandenen freien Humussäuren als humussauren Kalk ausfällt, der sich leicht wieder in Kohlensäure und kohlensauren Kalk umwandelt[3] und von neuem befähigt ist, Humussäure zu binden.

Auffallend ist bei der Analyse des Gr II-Untergrundes der hohe Phosphorsäuregehalt. Er ist dem Verwitterungsschutt einiger Granite eigen und kommt dadurch zustande, daß die im Gestein vorhandenen Apatitkriställchen bei der Verwitterung viel widerstandsfähiger sind als Feldspat und so im Boden eine Anreicherung bewirken. Ein gleich hoher Phosphorsäuregehalt wurde von M. Bräuhäuser im Verwitterungsschutt des Kegelbachgranites nachgewiesen[4]. Das starke Auflösungsvermögen der Humussäuren den Phosphaten gegenüber und deren Bindung in den Humaten ist durch eine große Anzahl

[1] Waldbauliche Forschungen von Emeis. Berlin 1876. M. Helbig, Einwirkung von Kalk auf Tannentrockentorf. Forstwiss. Centralbl. 1910. S. 271.

[2] Wollny, Die Zersetzung der organ. Stoffe. Heidelberg 1897. M. Helbig. Einwirkung von Kalk auf Tannentrockentorf. Forstwiss. Centralbl. 1910. S. 271.

[3] Wollny, a. a. O. S. 134. Baumann, a. a. O. S. 59

[4] M. Bräuhäuser, Über Vorkommen von Phosphorsäure im Buntsandstein etc. des östlichen Schwarzwaldes. Mitteil. der geolog. Abtlg. des K. Württ. Stat. Landesamtes. Nr. 4.

eingehender Untersuchungen festgestellt[1] und kommt auch in der Analyse Gr II sehr gut zum Ausdruck.

Unsere besondere Aufmerksamkeit müssen die Werte für Kali und Natron in Anspruch nehmen. Ersteres ist durchweg reichlicher vorhanden als letzteres. Namentlich hat seine Auslaugung im Bleichsand nicht in dem Maßstab stattgefunden, wie die der anderen Verbindungen. Die Tatsache läßt sich damit erklären, daß es hauptsächlich die kolloiden Bestandteile des Bodens sind — im Bleichsand hauptsächlich Humussäuren neben Kieselsäure —, welche eine absorbierende Wirkung besonders auf Kali ausüben[2]. Die nötigen Einzelheiten lassen sich aus Tabelle A S. 27 leicht entnehmen.

Das Bild, das die Analysen über die Ortsteinbildung geben, ist abhängig von der Wirkungsweise der Salzsäure auf die Bodenproben, und es fragt sich, ob die Analyse ein in der Hauptsache getreues Bild der Stoffwanderungen wiedergibt. Die petrographische Untersuchung ergibt folgendes: Von den Bodenmineralien sind es in erster Linie die in Verwitterung begriffenen sogen. Bodenzeolithe und die an sie gebundenen Alkalien, alkalischen Erden, Eisen, Magnesium, Phosphorsäure, welche den Humussäuren zum Opfer gefallen sind, während der unverwitterte Feldspat, Quarz und Glimmer schwer löslich sind. In der verhältnismäßig kurzen Zeit, in der sich Ortsteinbildungen vollziehen, wird der Bestand der unverwitterten Mineralien nur wenig angegriffen. Die Wirkung der Salzsäure ist ähnlich. Bei der eingangs geschilderten Arbeitsmethode sind es eben auch wieder die genannten labilen Verwitterungsprodukte, welche der Salzsäure hauptsächlich zur Verfügung stehen, beim Ortstein insbesondere die zuvor an die Humate gebundenen, durch die Ammonnitratbehandlung aber in Freiheit gesetzten Mineralstoffe. Von dem Ergebnis des salzsauren Auszuges können wir wohl in qualitativer, nicht aber in quantitativer Beziehung auf den gesamten Mineralbestand des Bodens schließen, sehr wohl aber auf seinen Gehalt an den sogen. Bodenzeolithen. Am gründlichsten und zum großen Teil auch vom intakten Mineralbestand wird von der Salzsäure, gleichwie von den Humussäuren, das Eisen in Lösung gebracht. Die stärkere Löslichkeit und das hohe Molekulargewicht des Eisenoxyds erklären, warum es bei der graphischen Darstellung so stark hervortritt, während es im Boden in sehr untergeordneter Menge vorkommt.

[1] Baumann, a. a. O. S. 86 u ff.

[2] van Bemmelen in Baumann, a. a. O. S. 96. Emmerling, Heidebodenanalysen, Allg. Forst- u. Jagdztg. 1901. August.

Tabelle A.

		Bleichsand					Ortstein					Untergrund				
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	P_2O_5	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	P_2O_5	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	P_2O_5
sm	I	37,3	21,8	30,5	4,27	3,5	24,1	51,8	18,3	1,9	1,5	37,0	30,8	24,7	2,6	1,5
sm	II	56,6	19,8	6,8	5,1	4,58	25,9	28,8	36,7	3,7	3,1	29,6	31,6	26,9	4,9	4,2
sm	III	40,0	31,7	13,5	5,8	4,8	25,8	49,2	17,7	2,9	2,1	38,5	32,5	18,4	3,3	4.2
Durchschnitt		45	24	17	5	4	25	43	24	3	2	35	32	23	4	3
Gm	I	32,7	29,1	31,5	1,6	0,4	28,1	42,1	24,5	1,4	0,6	34,4	36,2	23,5	1,9	0,4
Gm	II	39,2	26,4	21,0	2,9	6,3	30,0	51,7	9,2	1,5	3,9	36,4	39,1	11,3	1,9	3,3
Durchschnitt		36	28	26	2,5	3,4	29	47	17	1,5	2	35	38	17	1,9	1,8

Tabelle B.

sm	I	0,62	0,21	0,19			0,40	0,51	0,11			0,62	0,30	0,15		
sm	II	0,94	0,19	0,042			0,43	0,28	0,23			0,49	0,31	0,17		
sm	III	0,66	0,30	0,084			0,43	0,48	0,11			0,64	0,32	0,11		
Durchschnitt		0,74	0,23				0,41	0,42	0,15			0,58	0,31	0,14		
		3 : 1					1 : 1					2 : 1				
Gm	I	0,54	0,28	0,19			0,47	0,41	0,15			0,57	0,35	0,15		
Gm	II	0,65	0,25	0,13			0,50	0,506	0,057			0,61	0,38	0,07		
Durchschnitt		0,597	0,26				0,48	0,42				0,59	0,36			
		2,3 : 1					1 : 1					1,6 : 1				

Wir dürfen also annehmen, daß die Analysen die Verhältnisse im großen ganzen richtig wiedergeben. Von diesem Gesichtspunkt aus sind die beiden Tabellen A und B S. 27 berechnet worden. Tabelle A soll einen besseren Vergleich der einzelnen Analysen in bezug auf den salzsäurelöslichen Teil ermöglichen; die Summe der löslichen Salze in jeder Analyse ist = 100 gesetzt und daraus der Anteil der einzelnen Verbindungen berechnet. Die Berechnung geschah für die Buntsandstein- und Granitortsteinanalysen wegen ihrer großen bodenkundlichen Verschiedenheit getrennt, ebenso die Aufstellung der Mittelwerte.

Nach der Tabelle A erweisen sich die Buntsandstein- und Granituntergrundböden in dieser Hinsicht ziemlich gleichwertig. Das gleiche läßt sich von den Bleichsand- und Ortsteinböden nicht behaupten. Die Menge der ausgelaugten und abgelagerten Stoffe ist sehr wechselnd. Einer stärkeren Auslaugung entspricht im allgemeinen eine größere Anreicherung. Die Verheerungen der Humussäuren sind bei den armen Sandböden viel größer als bei den reichen Granitböden. Der Bleichsand des Granitbodens enthält immer noch mehr lösliche Salze als der normale Untergrund des Buntsandsteins. Damit ist noch nicht gesagt, daß ersterer über den letzteren zu stellen ist, was Ertragsfähigkeit anlangt, aber sicher ist, daß der Granitboden die Verluste mit der Zeit ausgleichen kann, während der Buntsandsteinboden eine dauernde Schädigung davonträgt.

Aus den Werten der Tabelle A wurden die der Tabelle B berechnet. Aus ihnen wurde das molekulare Mengenverhältnis zwischen Kieselsäure und Tonerde festgestellt. Demnach verhält sich im Untergrund $SiO_2 : Al_2O_3 = 2 : 1$ resp. 1,6 : 1, also beinahe wie im Kaolin, bei dem das Verhältnis 2 : 1 ist. Beim Ortstein beträgt das Verhältnis beidemal 1 : 1, im Bleichsand 3 : 1 resp. 2,3 : 1. Diese Zahlen lassen keinen Zweifel aufkommen, daß in den vorliegenden Fällen die Ortsteinbildung sich unter Zuwanderung von Tonerde vollzogen hat.

Zum Schluß unserer chemischen Betrachtungen wollen wir noch zwei fremde Analysen zum Vergleich heranziehen, als Parallele zum Buntsandstein-Ortstein das Durchschnittsergebnis des westfälischen Heideortsteins und als Parallele zum Granitortstein eine Granitortsteinanalyse von M. Helbig-Karlsruhe, dessen Material der gleichen Stelle entnommen ist, von der meine Probe Gr II herstammt. Nach dem Landwirtsch. Jahrbuch 37. Bd. 1908, Ergänzungsband I, ist die chemische Zusammensetzung des Heideortsteins in

Westfalen im allgemeinen der des Buntsandsteins analog. Der Gehalt an in Salzsäure löslichen Mineralstoffen ist im Bleichsand am geringsten 0,5—1,0 %, im Ortstein beträchtlich höher 1,2—4,5 % als im Bleichsand und auch etwas höher als im Untergrundsand 1,0—2,5 %. Der mittlere prozentische Gehalt der zahlreich untersuchten Ortsteinproben an in Salzsäure löslichen Bestandteilen ist folgender:

Fe_2O_3	0,230	CaO	0,063	K_2O	0,055
Al_2O_3	0,909	MgO	0,043	Na_2O	0,012
SiO_2	0,856	P_2O_5	0,079	H_2SO_4	0,031

Es sei nur kurz auf den auch hier vorhandenen hohen Tonerdegehalt hingewiesen. Das molekulare Mengenverhältnis zwischen Kieselsäure und Tonerde berechnet sich $SiO_2 : Al_2O_3 = 0{,}0142 : 0{,}00892$, also beinahe wie 1 : 1, das gleiche Verhältnis, das sich aus unsern Analysen berechnen läßt und die Vermutung nahe legt, daß es sich, was die Humate anbetrifft, um ganz bestimmte Verbindungen handelt.

Der Vergleich der beiden Granitortsteinanalysen hat ein doppeltes Interesse. Einmal gestattet er, Schlüsse zu ziehen über die von mir angewendete Methode des Abrauchens, und dann hat M. Helbig von diesem Ortsteinprofil eine Analyse des Gesamtbodens ausgeführt, die eine wertvolle Ergänzung zu den beiden genannten bildet. Die Zusammenstellung der Ergebnisse findet sich in der Tabelle S. 30. In Spalte a stehen die Zahlen meiner Gr II-Analyse, in Spalte b die entsprechenden Werte der Helbig'schen Analyse. Die Werte lassen sich vergleichen, weil sie unter Zugrundelegung des mineralischen Bodens berechnet sind. Doch sind seine Werte im allgemeinen höher, weil er vom Gewicht des geglühten Bodens ausging, und ich von dem des abgerauchten. Die Zahlenwerte für Kieselsäure gehen sehr weit auseinander, offenbar weil Helbig nur die im salzsauren Auszug befindliche Kieselsäure berücksichtigt hat. Wenigstens erwähnt er nirgends die Bestimmung der von der Salzsäure in Freiheit gesetzten, aber im Boden zurückgebliebenen Kieselsäure. Wie wichtig aber gerade für Ortsteinanalysen ihre Bestimmung ist zur Vervollständigung des Analysenbildes und der Beurteilung der Ortsteinbildung, glaube ich nach meinen Untersuchungen annehmen zu dürfen. Die Werte für Eisenoxyd und Tonerde stimmen bei Berücksichtigung der oben erwähnten Bodengewichtsdifferenz gut überein. Schade, daß M. Helbig sie im Bleichsand und Untergrund nicht einzeln bestimmt hat. Nach meinen Resultaten ist nämlich merkwürdigerweise im Ortstein weniger Eisenoxyd vorhanden als im Untergrund. Trotzdem im Bleichsand 75 % des Fe_2O_3 ausgelaugt wurden, soll

der Ortstein nicht nur keine Eisenanreicherung, sondern sogar noch einen Verlust erfahren haben. Die von Helbig gefundenen Werte des salzsauren Auszuges bestätigen dieses anomale Verhalten des Fe_2O_3 indirekt, während sein Flußsäureaufschluß den positiven Beweis erbringt, daß trotzdem im Ortstein eine Fe_2O_3-Anreicherung stattgefunden hat. Auf welcher Ursache diese Erscheinung beruht, läßt sich aus dem einzelnen Falle schwer schließen.

Die Zusammenstellung gibt auch einen interessanten Einblick in die Tonerdeverhältnisse. In der Hauptsache sind es, wie schon früher gefolgert wurde, die sogen. Bodenzeolithe, welche im Bleichsand der Ortsteinbildung zum Opfer fallen. Im Salzsäureauszug des Bleichsandes sind nur noch 0,6 % Tonerde nachweisbar, während der Flußsäureaufschluß desselben nicht weniger als 10 % aufweist. Letztere gehören sicher zum größten Teil dem unverwitterten Gesteinsmaterial an.

	In Salzsäure löslicher Anteil. 100 Teile Boden enthalten Teile:						Flußsäureaufschluß (Gesamtboden). 100 Teile enthalten Teile:		
	Bleichsand		Ortstein		Untergrund		Bleichsand	Ortstein	Untergrund
	a	b	a	b	a	b			
SiO_2	1,012	0,0969	5,820	2,2076	5,170	0,1178	81,4562	62,8255	69,6140
Fe_2O_3	0,542	1,5399	1,761	1,5688	2,164	8,1492	1,3781	4,7998	2,3316
Al_2O_3	0,682		9,883	12,2624	5,552		10,2232	18,5572	15,2354
P_2O_5	0,163	0,0282	0,744	0,1268	0,467	0,0920	0,2856	0,8903	0,5809
MnO	—	0,1055	—	0,5634	—	0,2363	0,1065	4,1361	1,1242
CaO	0,034	0,1167	0,090	0,1819	0,064	0,1973	0,1742	0,7796	0,9700
MgO	0,033	0,0624	0,293	0,3380	0,368	0,1421	0,5682	0,6273	0,6888
K_2O	0,074	0,0935	0,289	0,2062	0,274	0,2188	3,9016	4,4778	5,1967
Na_2O	0,024	0,1223	0,108	0,1591	0,088	0,0544	3,6354	4,6283	5,4671
SO_3	0,012	0,0491	0,066	0,2552	0,026	0,0522	—	—	—

Die Werte der folgenden Bestimmungen weisen größere und kleinere Schwankungen auf; eine erhebliche Differenz aber besteht in den beiderseitigen Werten für P_2O_5. Die von mir gefundenen Werte sind auffallend hoch. Daß sie aber im Boden tatsächlich vorhanden sind, beweist der Flußsäureaufschluß. Salpetersäure ist ein gutes Lösungsmittel für Apatit. Das Abrauchen mit salpetersaurem Ammonium hat zweifellos das Phosphat aufgeschlossen. Es bleibt aber immer noch zu erklären, warum der Salzsäureauszug im Ortstein so wenig Phosphorsäure nachweist gegenüber der durch

den Flußsäureaufschluß erwiesenen Anreicherung. Entweder entstand letztere auf dem mehr physikalischen Vorgang der Einschwemmung von oben, oder auf dem mehr chemischen Weg der Lösung durch Humussäuren. In ersterem Fall ist die Salzsäure infolge ihrer geringen Einwirkung auf Apatit nur wenig imstande, die P_2O_5-Anreicherung nachzuweisen. Im zweiten Fall müssen wir annehmen, daß die Salzsäure nicht imstande ist, die in den Humaten vorhandene P_2O_5 aufzuschließen. Prof. Dr. Emmerling-Kiel sagt in der Allgem. Forst- und Jagdztg. 1901. August: „Diese Art der Bestimmung (Bestimmung des in warmer Salzsäure löslichen Teils der P_2O_5 nach dem Glühen des Bodens) war wünschenswert infolge der neueren Beobachtungen der Moorversuchsstation zu Bremen, nach welchen die Phosphorsäure im Boden geneigt ist, schwerlösliche (kolloidale) Verbindungsformen mit den Humussubstanzen einzugehen Diese Formen sind selbst in Säure schwer löslich. Bei der Verbrennung werden der Humus und somit auch jene Verbindungen zerstört und es kann daher nach dem Glühen eine um so größere Menge P_2O_5 in Säure löslich sein, je mehr von derselben in Gestalt kolloidaler Humusverbindungen vorhanden war.“ In den Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur Nr. 21 berichtet Prof. Tacke gleichfalls über „eine eigentümliche Eigenschaft der P_2O_5 im Moorboden“. Nach Versuchen von M. Schmöger (Berichte der Deutsch. chem. Ges. 26. 396) wäre die für die Kulturpflanzen in unbrauchbarer Form vorhandene Phosphorsäure der Moorböden an Nuklein gebunden. Nach den Analysenergebnissen müssen wir der Ortsteinbildung auf chemischem Wege eine Hauptrolle zuteilen und müssen daher annehmen, daß die Phosphorsäure im Ortstein ähnliche Eigenschaften besitzt wie die der Humusböden. Ist das der Fall, so ergibt das Abrauchen mit Ammonnitrat einen besonderen Vorteil.

III. Natur der Ortsteinbildung.

Der Ortstein gehört zu der Klasse der rezenten Humusgesteine und ist ein Gebilde in der oberen Verwitterungsschichte des Erdbodens. Entsprechend seiner Natur als Doppelgebilde organischer und anorganischer Stoffe müssen wir zum Verständnis derselben den einseitig chemisch-geologischen Standpunkt verlassen und auch die biologischen Vorgänge des Tier- und Pflanzenlebens berücksichtigen. Zunächst müssen wir nun etwas näher auf die Rohhumus- bezw. Trockentorfbildung eingehen, deren Vorhandensein eine Voraussetzung für die Entstehung des Ortsteins ist.

Grundlegend sind die Arbeiten von Ch. Darwin[1], P. E. Müller[2], V. Hensen[3], R. Francé[4], C. Emeis[5], E. Ramann[6], Wollny[7], van Schermbeck[8], J. Früh[9], Hampus v. Post[10]. Für die Zwecke der Forstwirtschaft hat sich Müller am eingehendsten mit der Rohhumusfrage beschäftigt. Vornehmlich seine Untersuchungen in den Heide- und Waldgebieten Dänemarks haben zu der Erkenntnis geführt, daß Mull- oder Trockentorfbildung als die extremen Glieder einer verschiedenartig verlaufenden Zersetzung organischer Stoffe abhängig ist von dem Vorhandensein oder Fehlen der den Boden bewohnenden mullbildenden Fauna. Darunter versteht man nach R. Francé, der in seinem Werk „Das Leben der Pflanze" die Humusbildung eingehend beschrieben hat, das Heer von Maulwürfen, Wühlmäusen, Mäusen, tunnelgrabenden Käfer, Insektenlarven und Tausendfüßler, Regenwürmer, Spinnen, Schnecken, Ameisen, Milben, Wurzelfüßer, Amöben, Algen, Schleimpilze, Bakterien u. dergl.

Damit ist die Humusbildung in unseren Wäldern zu einem biologischen Prozeß gestempelt, der, wie alles organische Leben, in seiner Entwicklung beherrscht wird durch Luft, Wärme und Feuchtigkeit. Zwischen diesen drei Hauptfaktoren bestehen in der Natur die mannigfachsten Wechselbeziehungen und dadurch, daß sie teils hemmend, teils fördernd, teils sich gegenseitig aufhebend aufeinander einwirken, geben sie Veranlassung zu den verwickeltsten Erscheinungen.

---

[1] Die Bildung der Ackererde durch die Tätigkeit der Würmer von Ch. Darwin. Aus dem Englischen übersetzt von J. V. Carus. Stuttgart 1882.

[2] Studien über die natürlichen Humusformen von P. E. Müller. Berlin 1887.

[3] Über die Fruchtbarkeit des Erdbodens in ihrer Abhängigkeit von den Leistungen der in der Erdrinde lebenden Würmer. Landwirtsch. Jahrbuch. Berlin 1882.

[4] Das Leben der Pflanze von R. Francé. Stuttgart, Franckh'scher Verlag. (Im Erscheinen begriffen).

[5] Waldbauliche Forschungen und Betrachtungen von C. Emeis. Berlin 1875. — Außerdem verschiedene Abhandlungen in der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung.

[6] Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. 1888. S. 4. Forschungen der Agrik.-Phys. etc. S. 318. Landw. Jahrb. 1889. S. 910. Bodenkunde. 1905.

[7] Die Zersetzung der organischen Stoffe von Wollny. 1897.

[8] van Schermbeck: Mitteilungen über den Humus. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. 1903.

[9] Über Torf und Dopplerit. Zürich 1883.

[10] Studien über die koprogenen Erdbildungen der jetzigen Zeit: Schlamm. Moder, Torf, Humus. Referat in d. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. 1880. Juni.

Aber auch hier gibt es, wie in der Lehre von der Bodenfruchtbarkeit, ein Gesetz des Minimums bzw. Maximums, dem WOLLNY[1] folgende Fassung gibt: **Die Zersetzungsprozesse der organischen Substanzen werden in Quantität wie Qualität von dem im Minimum resp. Maximum auftretenden Faktor beherrscht.** Wird der jeweilige Effekt der beiden in veränderlicher Weise aufeinander einwirkenden Faktoren, Feuchtigkeit und Wärme, und die dadurch bedingte Lebenstätigkeit der Mikroorganismen durch die Menge produzierter Kohlensäure gemessen, so gibt uns die graphische Darstellung WOLLNY's ein anschauliches Bild von dem soeben angeführten Gesetze. Dabei wird der Faktor Luft als genügend vorhanden angesehen, was auch bei den Humifikationsprozessen anfänglich immer der Fall ist. In dem Versuch, dem jene Darstellung zugrunde liegt, wird das Optimum bei ca. 30° C und 27% Wassergehalt erreicht. Unter solchen Umständen ist die Lebenstätigkeit der Organismen aufs höchste gesteigert, die Zersetzung ist die rascheste, die Kohlensäuremenge beträgt ca. 73 Vol. in 1000 Vol. Bodenluft. Die Lebensfunktionen der Mikroorganismen und damit die Kohlensäurebildung hört auf, wenn die Temperatur oder das Wasser ins Minimum gerät. Die organischen Abfallstoffe bleiben unzersetzt und häufen sich an. Diese Anhäufung und die damit verbundene Wasseranreicherung sperren die Luft vom Boden ab. An Stelle der mullbildenden Fauna treten die Fäulnisbakterien und ihr Produkt ist die Rohhumusbildung. Der Boden verliert seine poröse krümelige Beschaffenheit und geht in dichte Lagerung und Einzelkornstruktur über. Sauerstoffmangel ist in chemischer Hinsicht das hervorstechendste Merkmal der veränderten Bodenzustände: an Stelle der Oxydations- treten Reduktionsvorgänge. Die frühere neutrale Reaktion der Mullböden schlägt durch die auftretenden Humussäuren in eine saure um. Die gleichmäßige Bodendurchmischung des Humus und Obergrundes — ein Produkt der mullbildenden Fauna — hört auf, dafür sehen wir eine Bodenentmischung, eine Differenzierung des Bodens in physikalischer und chemischer Hinsicht auftreten.

Wärme und Feuchtigkeit sind die Angel- und Drehpunkte der ganzen Humus- und mit Einbeziehung der Bodenbeschaffenheit auch der Ortsteinfrage. Sie sind bedingt durch Klima und Witterung (Temperatur, Regenmenge, Luftfeuchtigkeit, Windverhältnisse), Ex-

[1] Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildung von E. WOLLNY. Heidelberg 1897.

position, Inklination, chemische und physikalische Eigenschaften des Bodens, durch die Vegetationsformen und leblosen Bodendecken.

Hohe Gebirgslagen und nordische Gebiete (Tundren) zeichnen sich aus durch geringe Wärme und große Niederschläge. Sie sind natürliche Verbreitungsgebiete der Rohhumus- eventuell Ortsteinbildungen. Es gibt aber auch Bezirke, wo ein labiles Verhältnis besteht zwischen günstig und ungünstig wirkenden Faktoren. Hier kann es dann die Tätigkeit des Menschen sein, welche die latent vorhandenen ungünstigen Faktoren zur Auslösung bringt, welche mit der Zeit fortwachsend die Bodenkultur vernichten. Durch Eingriffe in die Vegetationsverhältnisse vermag, wie wir wissen, der Mensch die Faktoren Wärme und Feuchtigkeit des Bodens zu verändern und so über die Humusform den Ausschlag zu geben.

Rohhumusbildung ist auf allen Böden, soweit es nur auf diese ankommt, möglich, die Ortsteinbildung aber hat noch bestimmte Bodenverhältnisse zur Voraussetzung[1]. Erstere ist daher viel verbreiteter als letztere und kann sozusagen als Fingerzeig gelten, wo dem Klima nach Ortsteinbildung möglich wäre. Darin liegt auch der Grund, wenn bei Besprechung der Ortsteinbildungen die Rohhumusbildungen mitberücksichtigt werden. Ausgeschlossen von der Ortsteinbildung sind z. B. Kalkböden. Nach den Untersuchungen Wollny's[2] beruht dies darauf, daß die gebildeten Humussäuren sich mit dem Kalk zu humussaurem Kalk verbinden, der sich viel schneller zersetzt als die reinen Humussäuren. Dadurch, daß der humussaure Kalk sich zu kohlensaurem Kalk zurückbildet, ist theoretisch die Möglichkeit unbegrenzter Wirksamkeit gegeben. Ebensowenig wie Kalkböden unterliegen im Buntsandsteingebiet die Tonböden der Ortsteinbildung. Der Grund ist der, daß Ton unter der Rohhumusdecke eine speckig zähe, für Wasser völlig undurchlässige Beschaffenheit angenommen hat, die nur eine oberflächliche Ausbleichung durch Humussäuren, nicht aber einen Transport der Humate nach dem Untergrunde und eine dortige Ablagerung derselben gestattet. Dafür zeigen die Tonböden eine andere Art von Bodenverschlechterung, die Missenbildung[3], die in ihrer Entwicklung mit der Ortsteinbildung viele gemeinsame Merkmale trägt, in ihrem Endzustand aber ein

[1] Zu Nachfolgendem vergl. das Blatt Freudenstadt der geolog. Spez.-Karte v. Württbg. nebst Erläuterungen von M. Schmidt u. K. Rau.

[2] a. a. O. S. 133.

[3] Vergl. die Erläuterungen zu Blatt Simmersfeld S. 49 u. ff. von M. Bräuhäuser.

völlig anders geartetes Gebilde darstellt und als solches bodenkundlich vom Ortstein wohl zu unterscheiden ist. Die Missen sind ein ausgezeichnetes Beispiel für die Abhängigkeit der Ortsteinbildungen von der Bodenbeschaffenheit. Mitten im Ortsteingebiet gelegen, also den gleichen äußeren Bedingungen unterworfen, bezeichnen sie die Stellen abweichender Bodenverhältnisse. Beim Übergang von Ton- in Sandboden treten im Untergrund auch ortsteinähnliche Bildungen auf.

Als Substrat für die Ortsteinbildung hat sich nach den bisherigen Erfahrungen unter unseren klimatischen und meteorologischen Verhältnissen das Verwitterungsmaterial eines solchen Gesteins am geeignetsten erwiesen, das infolge der ungleichen Verwitterungsfähigkeit seiner Bestandteile beim Zerfall eine mittel- bis grobsandige Struktur annimmt und bei dem der schwer zersetzliche Anteil die Hauptmasse bildet. Damit ist noch nicht gesagt, daß der Boden an Basen arm sein muß, aber die Haupterfordernisse ergeben sich daraus, nämlich daß der Boden eine gewisse Durchlässigkeit, Porosität und Absorptionsfähigkeit besitzen muß, Eigenschaften, welche eine Wasserbewegnng dem Untergrunde zu, den Transport gelöster Stoffe, ihre Ablagerung und die Verkittung der Sandkörner ermöglichen.

Vielfach besprochen, aber noch nicht völlig gelöst sind die Fragen über die Natur des Kittstoffes und über die Stoffablagerung im Untergrund. Je mehr wir Gelegenheit haben, diese Vorgänge unter veränderten Bedingungen in der Natur zu beobachten, um so mehr Anhaltspunkte gewinnen wir zu einer richtigen Erklärung. Im Schwarzwald können wir zu diesem Zweck die Missen in den Kreis der Betrachtung hereinziehen. Der tonige und eisenschüssige Misseboden ist in von Wasser gesättigtem Zustande für Wasser und auch Humussäuren undurchlässig. Nur die lokale Anreicherung von Geröll gestattet ein tieferes Eindringen des Wassers und vergrößert die Berührungsfläche des Bodens mit letzterem und den Humussäuren. Die in der Rohhumusschicht sich bildenden Humussäuren sammeln sich über dem Boden und bilden mit dem Wassergehalt des letzteren zwei inhomogene Medien. Infolge der äußerst langsam vor sich gehenden Diffusion tritt eine allmähliche, von oben nach unten fortschreitende Durchtränkung des Bodens mit Humussäuren ein. Unter der Einwirkung der letzteren bilden sich lösliche humussaure Verbindungen, die nach oben in die stets neu zufließenden Humussäuren diffundieren. Der Prozeß ist eine Auslaugung[1], dessen

[1] Vergl. die chemischen Analysen von M. Bräuhäuser in den Erläuterungen zu Blatt Simmersfeld S. 52.

Schwerpunkt in der Einwirkungszone der Humussäuren ist und bleibt. Oder mit anderen Worten: Die unter der Einwirkung der Humussäuren sich bildenden löslichen humussauren Verbindungen bleiben unter den Bedingungen ihrer Entstehung nicht bloß an ihrem Bildungsorte, sondern auch während ihrer Diffusion und Wegführung durch Humussäuren, überhaupt so lange, bis ein Wechsel in den bisherigen Verhältnissen eintritt, z. B. durch Veränderung der Bodenbeschaffenheit, durch Zutritt von Luft oder salzhaltiger Wässer etc. Dann erst ist den löslichen humussauren Verbindungen die Möglichkeit gegeben, eine andere Form anzunehmen, z. B. unlöslich zu werden. Der Ausfällungsort kann meilenweit vom Erstehungsort entfernt liegen.

Ganz anders beim Ortstein. Er ist eine Stoffumlagerung innerhalb zweier unmittelbar aneinander grenzender Bodenschichten, ebenfalls bewirkt durch die lösende Tätigkeit der Humussäuren. Dadurch aber, daß in dem Sandboden der Schwerkraft folgend eine Wanderung der löslichen humussauren Verbindungen in eine anders beschaffene Bodenschicht möglich ist, werden die letzteren der Einwirkungszone der Humussäuren bis zu einem gewissen Grad entrückt, die Bedingungen ihrer Entstehung werden geändert, es tritt eine Stoffablagerung ein, welche die Zwischenräume zwischen den Bodenbestandteilen verengert und schließlich ausfüllt, die letzteren verkittet und unter Umständen steinhart verfestigt. Die Missebildung geht unter dem andauernden Einfluß reichlicher Wassermengen vor sich. Für die Ortsteinbildung dagegen lehrt die Beobachtung im Schwarzwald, daß bei sehr starker und stetiger Wasserbewegung im Boden (Quellen, Grundwasser) wohl eine Humussäure-, nicht aber eine Ortsteinbildung auftreten kann, an deren Stelle eine schmierige, schwarzbraune Humatausfällung den Sand erfüllt[1]. Am günstigsten ist wohl eine intermittierende Wasserbewegung, wie sie die meteorischen Niederschläge wohl am besten zustande bringen.

Die von den einzelnen Autoren zur Erklärung der Verkittung herangezogenen chemisch-physikalischen Prozesse lassen sich nicht scharf voneinander trennen und werden wohl alle gleichzeitig mehr oder weniger je nach den lokalen Verhältnissen wirksam sein. Die ungezwungendste Erklärung scheint mir bei Annahme der kolloiden Natur der Kittstoffe vorzuliegen. Sie wird am ehesten den vielen Widersprüchen gerecht, auf die wir bei unseren theoretischen

[1] Siehe Erläuterungen zu Blatt Freudenstadt S. 81 und VAN SCHERMBECK, Notiz zur IV. Hauptversammlung des Deutsch. Forstvereins etc. S. 13.

Betrachtungen und Wahrnehmungen in der Natur stoßen. Die Ausfällung könnte verschiedene Ursachen haben: Wasserverlust, Koagulation bei Berührung mit Bodensalzen, Austausch von Basen, Temperaturwechsel. Aus der Reversibilität des Gels würde sich das Wiederauflösen und Wandern des Ortsteins erklären lassen, und aus dem Verhalten der Humuskolloide zu Alkalien, Tonerde und Kieselsäure die Bildung des Ortsteins im Granitboden. Dann dürfte aber auch die bisherige Ansicht, daß ein Boden um so leichter der Ortsteinbildung unterliegt, je ärmer er an Basen und je größer die Menge der freien Humussäuren ist, dahin zu berichtigen sein, daß es nicht die Armut an Basen überhaupt, sondern der Mangel an solchen Basen ist, welche imstande sind, die Humussäuren durch Überführung in eine unlösliche Form unschädlich zu machen, und daß in einem solchen Falle das reichliche Vorhandensein von Alkalien die Ortsteinbildung unterstützt.

Die den Humussäuren zugeschriebene Eigenschaft, Phosphate und Karbonate zu zerlegen, kommt auch den kolloiden Humussubstanzen zu. In Einklang mit letzteren lassen sich auch die Erscheinungen der Misse bringen. Die Auslaugung des Klebsandes wäre darauf zurückzuführen, daß die stets sich erneuernde Humussole bestrebt ist, durch Bildung von Absorptionsverbindungen den Gleichgewichtszustand zwischen sich und den löslichen Bodensalzen herzustellen[1].

Die Vegetationsformen und leblosen Bodendecken sind für die Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens von allergrößter Bedeutung. Nach den Untersuchungen Wollny's[2] und vieler anderer bewahrt der mit lebenden Pflanzen oder abgestorbenen Pflanzenteilen bedeckte Boden eine gleichmäßigere Temperatur als der unbedeckte, dessen extreme Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen jegliche Tätigkeit der mullbildenden Bodenfauna unterdrücken und den Boden der Verwilderung ausliefern. Bodenschutz durch eine Pflanzendecke ist daher eine der wichtigsten Lehren der Waldpflege. Verstöße dagegen haben zum größten Teil die Ortstein- und Missebildungen im Schwarzwald verursacht. Wollny[2] stellte ferner fest, daß die Bodentemperatur während der wärmeren Jahreszeit um so niedriger ist, je dichter die Pflanzen stehen; daher die Erscheinung, daß öfters unter nicht durchforsteten Nadelholzbeständen beträchtliche Roh-

[1] Siehe Baumann: Untersuchungen über die Humussäuren. Mitteil. d. K. Bayr. Moorkulturanstalt. Heft 3. 1909.

[2] Wollny: Zersetzung der Humusstoffe S. 163 u. ff.

humusmassen sich anhäufen (besonders an Nordhängen). Noch stärker als die Wärme wird die Feuchtigkeit von der Streudecke beeinflußt. A. Bühler fand[1], daß ein mit einer leblosen Bodendecke versehener Boden ca. 24% mehr Sickerwassermengen liefert als der kahle Boden, und daß die Sickerwassermengen des letzteren durch die Vegetation von 4—5jährigen Fichten und Buchen um 43 und 55% herabgesetzt werden.

Die Vegetationsformen kommen außerdem für die Ortsteinbildung noch dadurch in Betracht, daß sie die Rohhumusbildung nur begünstigen, wie z. B. reine Bestände von Lichtholzarten durch Aufkommenlassen der Heide oder mit ihren Abfällen direkt an ihr teilnehmen, wie z. B. Heide, Heidelbeere, Preiselbeeren und Torfmoose.

IV. Verbreitung des Ortsteins im allgemeinen.

Im großen und ganzen kommt der Ortsteinbildung infolge ihrer Abhängigkeit von der Rohhumusbildung entschieden ein klimatischer Charakter zu. Im Zusammenhang damit steht auch die geographische Verbreitung. Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse gehört er durchweg der nördlichen Zone unserer Erde an und hier sind es zumeist Sandböden der Küstengebiete oder Gebirgsgegenden. Der Ortstein kommt vor nach Emeis[2] in den Heideböden Schleswig-Holsteins und Jütlands, nach P. E. Müller[3] in den Sand-Ton-Lehmböden Dänemarks, im Hochgebirge Norwegens sogar im plastischen Ton unter niedrigen verkümmerten Birkenbeständen (Missen?) und in Anhäufungen mageren Sandes oder Kieses, in den höheren Partien des Böhmerwaldes im Verwitterungskies eines feldspatarmen Granits unter Weißtannen und Fichtenbeständen; schließlich im Riesengebirge im Verwitterungskies eines hier feldspatreicheren Granits unter Fichtenwald; nach Ramann in den Sanden des ganzen norddeutschen Tieflandes, im Buntsandstein Thüringens, in den tertiären Sandböden Schlesiens und der Lausitz, in den devonischen Quarzitsanden des Regierungsbezirkes Trier, in den Gneis- und Granitböden der Tatra, im Verwitterungsboden des Quadersandsteins in Böhmen, in den „Landes“ (Heiden) Frankreichs. Das Vorkommen in Süddeutschland haben wir schon eingangs erwähnt.

---

[1] A. Bühler: Wasservorrat und Wasserbewegung im Waldboden. Ber. üb. d. 23. Vers. des Württb. Forstvereins 1908.

[2] Waldbaul. Forschungen etc.

[3] Studien etc. S. 318 ff.

V. Die Ortsteinverbreitung im württembergischen Schwarzwalde.

Im folgenden sollen uns die Ortsteinverhältnisse des württembergischen Schwarzwaldes, insbesondere die des oberen Murgtales eingehender beschäftigen. Die wichtigsten Unterlagen dazu liefern die Veröffentlichungen der neuen geologischen Landesaufnahme unter Leitung von A. Sauer. In Betracht kommen die Blätter der geologischen Spezialkarte Württembergs im Maßstab 1:25000 Obertal-Kniebis, Baiersbronn (K. Regelmann), Freudenstadt (M. Schmidt und K. Rau), Altensteig, Nagold (M. Schmidt), Simmersfeld (M. Bräuhäuser und A. Schmidt), Stammheim (A. Schmidt), Schramberg (M. Bräuhäuser und A. Sauer) nebst den dazu gehörigen Erläuterungen. Zur vollständigen Übersicht der Ortsteinverhältnisse fehlen noch einige Blätter, besonders Calw und Wildbad. Immerhin gewähren die bisher erschienenen ein gutes Bild. Über die Kartierung des Ortsteins siehe „Erläuterungen zu Blatt Freudenstadt (K. Rau) und Blatt Obertal-Kniebis (K. Regelmann)". Aus früher angegebenen Gründen werden im folgenden auch die Misse- und Hochmoorbildungen berücksichtigt werden.

Nach den Beobachtungen der Geologen und meinen eigenen Beobachtungen im Schwarzwald scheint die Ausbildungsform des dortigen Ortsteins eine wesentlich andere zu sein als in Norddeutschland, jedenfalls spielt sie bei uns nicht die verhängnisvolle wirtschaftliche Rolle wie dort. Der Unterschied ist auf starke natürliche Gegensätze zurückzuführen. Hier waldiges Gebirgsland mit seinen stetig wechselnden Formen, Lagen, Bodenverhältnissen, klimatischen Faktoren und Wasserzirkulationen im Boden; dort ebenes Heideland und große Gleichförmigkeit der genannten Zustände. Daher in Norddeutschland das Auftreten des Ortsteins in zusammenhängender geschlossener Form von gleichartiger Beschaffenheit über weite Gebiete, hier das Vorkommen nesterweis, nur auf den Karriegeln und vereinzelten exponierten Stellen öfters in größerem Zusammenhang, auf kurze Entfernung an Mächtigkeit und Härte rasch wechselnd ohne jegliche parallele Schichtung zur Oberfläche.

Über die klimatischen Verhältnisse des Gebietes ist folgendes zu sagen: Das monatliche Temperaturmittel steigt von — 2,5° C im Januar bis + 15,8° C im Juli; das Jahresmittel beträgt 6° C. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt durchschnittlich 1500 mm. Von größter Wichtigkeit dabei ist, daß in keinem Monat unter 100 mm

fallen und sich die Regenmenge ziemlich gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt, im Gegensatz zum übrigen Teil Württembergs[1]. Einer von A. Bühler entworfenen und mir freundlichst zur Verfügung gestellten graphischen Darstellung sind die folgenden 15jährigen Niederschlagsmittel in den einzelnen Monaten entnommen:

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
Schwarzwald . . .	107	108	128	112	118	135	148	123	103	130	94	130	mm
Oberschwaben, südlich	59	57	70	89	101	136	146	133	111	94	51	56	
„ nördlich	36	32	42	63	77	100	97	98	71	68	36	36	
Ellwanger Gegend . .	58	49	61	74	80	104	100	99	70	81	47	67	
Alb	61	52	64	67	73	95	101	85	70	80	47	61	
Gäu	40	34	47	53	64	85	92	69	53	61	34	41	
Heilbronn, Mergentheim	50	43	54	54	60	82	84	64	63	73	38	54	

Die Niederschlagsmenge des Schwarzwaldes ist durchschnittlich doppelt so groß wie die der Heilbronner Gegend. Nur Oberschwaben erreicht auf dem schwarzen Grat mit 146 mm im Juli beinahe das Maximum des Schwarzwaldes, aber von hier aus fallen die Werte sowohl dem Frühjahr wie dem Herbst und Winter zu sehr stark. Auf den Schwarzwald trifft demnach zu, was Wollny sagt[2]: In Gegenden, in welchen die Niederschläge ergiebig und derart verteilt sind, daß die Feuchtigkeitsmengen geringeren Schwankungen unterliegen als die Temperatur, ist letztere in der Regel der maßgebendste Faktor für den Gang des Zersetzungsprozesses der organischen Stoffe. Der im Maximum auftretende Faktor ist also die Feuchtigkeit und sie beherrscht im Schwarzwald die Zersetzungsvorgänge. Wie wäre es sonst zu erklären, daß in den stark durchlässigen Sandböden der sonnendurchglühten steilen Südwesthänge eine kräftige Ortsteinbildung auftritt, wenn nicht damit, daß die ungewöhnlich hohe Niederschlagsmenge und die damit verbundene Luftfeuchtigkeit im Verein mit dem Heidekraut und der Preiselbeere das Aufkommen der wasserhaltenden Moose ermöglicht, deren mächtige wassergesättigte Polster infolge ihres hohen Wassergehaltes und der Verdunstung die Temperatur herabsetzen. In noch erhöhtem Maße treffen die auf die Temperaturerniedrigung hinwirkenden Um-

[1] Württemb. Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. Jahrg. 1905. II. Heft. S. 183—188 (bearbeitet von Dr. L. Meyer).

[2] a. a. O. S. 145.

stände bei den Nordhängen und den heftigen Winden ausgesetzten Höhenlagen zu.

Außer diesen klimatischen Faktoren kommen für die Rohhumus- bezw. Ortsteinbildung noch zwei weitere Erscheinungen des Schwarzwaldes von allgemeiner Bedeutung in Betracht. Die eine ist die Bedeckung der Gegend mit Nadelholzwäldern. Dahingehende Untersuchungen sind gemacht worden von J. Schubert[1], Ebermayer[2] und Wollny. Der letztere faßt seine Ergebnisse in folgende Sätze zusammen: Unter allen Vegetationsformen hat der Wald die größte abkühlende Wirkung auf den Boden, sowohl infolge der starken Beschattung, welche die Bäume mit ihrem Kronendach ausüben, als auch wegen des Schutzes, den die aus abgefallenen Nadeln und Blättern gebildete Streudecke dem darunter liegenden Erdreich gewährt. Die lange Vegetationszeit der Gewächse, besonders der immergrünen, ist ebenfalls ein Umstand, der zur Erklärung der bebeträchtlichen Depression der Temperatur des Waldbodens mit herangezogen werden muß.

Die andere Erscheinung ist die große Kalkarmut sämtlicher Schwarzwaldböden. Der Kalk ist die einzige von den kräftig wirkenden Basen, die sonst im Boden in größerer Menge vorzukommen pflegt.

Schon früher ist betont worden, daß für die Ortsteinbildung nicht bloß die Rohhumusentwicklung, sondern auch die Bodenbeschaffenheit von größter Bedeutung ist. Eine gesetzmäßige Abhängigkeit des Ortsteins von der geologischen Unterlage nachzuweisen, soll im folgenden versucht werden.

Geologischer Aufbau und topographische Gliederung entsprechen sich in unserem Ortsteingebiet durchweg. Die nordsüdliche Richtung des oberen Murgtales bezeichnet die Grenzlinie zweier stark voneinander abweichenden Landschaften. Westlich der Murg haben wir die Gebirgsstöcke des Kniebis und der Hornisgrinde mit ihren zahlreichen Ausläufern, schmalen langgestreckten Bergrücken, voneinander getrennt durch die bis zu 300 m tiefen Täler. Östlich der Murg aber breitet sich eine ausgedehnte Hochebene mit scharf eingerissenen Tälern aus. Hier wie dort liegen die Talsohlen durchschnittlich 500—600 m über dem Meer, die Höhen 800—900 m.

---

[1] Der jährl. Gang der Luft- und Bodentemperatur im Freien und in Waldungen, und der Wärmeaustausch im Boden von J. Schubert. Berlin 1900.

[2] Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden von G. Ebermayer. Berlin 1873. Forschungen auf dem Gebiet der Agrikulturphysik. d. XIV. 1891.

Die Talsohlen und unteren Hänge werden vom Granit, Gneis und unteren Buntsandstein, die Gänge vom mittleren Buntsandstein, die Hochebenen westlich der Murg vom Hauptkonglomerat des mittleren Buntsandsteins, östlich der Murg vom oberen Buntsandstein gebildet.

Die geologische Kartierung hat die Verbreitung des Ortsteins über das ganze Gebiet und dessen Vorkommen auf allen Böden, mit Ausnahme der Gneis-, der unteren und oberen Buntsandsteinböden, nachgewiesen und außerdem die wichtige Tatsache festgestellt, daß sein Auftreten, abgesehen von den vereinzelten Vorkommen im Granit, einen bestimmten geologischen Horizont im Deckgebirge einhält, nämlich den des mittleren Buntsandsteins. Das Einhalten des mittleren Buntsandsteinhorizontes im Auftreten des Ortsteins hat seinen Grund darin, daß nach den Untersuchungen der geologischen Landesaufnahme[1] der Verwitterungsboden des mittleren Buntsandsteins von sämtlichen Schwarzwaldböden der geringwertigste ist. Petrographisch charakterisiert ihn K. Regelmann folgendermaßen[2]: „Da dieser Horizont Feldspat fast nicht mehr führt, ist der Kaligehalt seiner Böden im allgemeinen gering. Auch der Tonerdegehalt, der aus den Kaolinstückchen stammt, ist sehr mäßig und genügt für gewöhnlich nicht, dem Sandboden Bindigkeit zu verleihen. Kalk und Magnesia fehlen schon im Gestein fast vollständig. Auch Eisen ist nur in geringen Mengen vorhanden. Aus der Verwitterung des anstehenden Gesteins resultiert demnach ein lockerer, grobkörniger, stark durchlässiger, bindemittelarmer, fast reiner Quarzsandboden[a]. Für die Abhängigkeit der Ortsteinbildung von den Bodenverhältnissen können wir kaum ein besseres Beispiel finden.

Es ist demnach vorwiegend die obere Hälfte der Talhänge westlich der Murg, die orsteinführend ist, und hier sind es wiederum die Süd- und Südwesthänge, die am meisten befallen sind. Greift die Ortsteinbildung scheinbar weiter herunter auf den Horizont der Gneis- und unteren Buntsandsteinböden, wie z. B. auf Blatt Freudenstadt, so haben wir es hier mit Gehängeschutt des mittleren Buntsandsteins auf unterem zu tun. Aber auch die Ost-, Nord- und Westhänge weisen, wie die Karte zeigt, allenthalben Ortstein auf, während er verhältnismäßig wenig auf den Hochflächen nachweisbar ist, z. T. infolge Überlagerung durch Hochmoore. Östlich der Murg beschränkt sich sein Vorkommen ganz auf die Talhänge, soweit der mittlere Buntsandstein eine größere Mächtigkeit besitzt.

[1] Vergl. die Erläuterungen zu den Blättern Freudenstadt, Obertal.

[2] Erläuterungen zu Blatt Obertal—Kniebis von K. Regelmann S. 131.

Die verschiedenen Expositionen zeigen in den Vegetations- wie Ortsteinverhältnissen einen deutlichen Unterschied, der zwischen Nord- und Südhang am ausgesprochensten ist. An den Südhängen häuft sich die Reihe ungünstiger Momente. Die Ortsteinbezirke sind viel schärfer ausgeprägt. Die Ortsteinschicht selbst ist stärker entwickelt und von größerer Härte. Die Vegetation besteht aus verlichtetem Forchenaltholz, meterhohem Heidekraut, Moosen und Flechten und krüppelhaftem Forchenjungwuchs. Durch die Rohhumusansammlung und die große Wasseraufnahmefähigkeit des letzteren kommt es lokal zur Ausbildung sumpfiger Stellen.

An den Nordhängen kommen die klimatischen Verhältnisse zur vollen Geltung. Mächtige Rohhumusmassen, anmoorige Stellen und Gehängemoore verbreiten sich über ansehnliche Flächen. Unter den verlichteten Tannen- und Fichtenaltholzbeständen breiten sich dichte Rasen von Heidelbeeren, Moosen und Farnen aus, die Heide tritt zurück. Die Ortsteinbezirke lassen sich weniger leicht an dem Wachstumsunterschied der Vegetation erkennen. Die Ausbildung des Ortsteins erfolgt großenteils nur in der unverfestigten Form der Orterde. Ausbleichungen der obersten Bodenschichte sind allgemein verbreitet. Sowohl Rohhumus- wie Ortsteinbildungen sind am kräftigsten in den Karen und Karriegeln der Nordhänge entwickelt, welche sich durch besonders reichliche Wasserführung auszeichnen und ihre rauhe kühlfeuchte Hochlage durch das Vorkommen der Legforche kennzeichnen.

Zwischen den Nord- und Südhängen bilden die Ost- und Westhänge natürlicherweise die Übergangsformen.

Auf den Hochflächen zeichnet sich das Hauptkonglomerat des mittleren Buntsandsteins, soweit es einen durchlässigen Untergrund besitzt, durch starke Ortsteinbildung aus, soweit es einen undurchlässigen Grund besitzt, durch Hochmoor- und Missebildung. Für den stark tonhaltigen oberen Buntsandstein wird letztere so typisch, wie der Ortstein für den mittleren Buntsandstein. An einigen Stellen war es möglich, Ortstein auch unter Hochmooren nachzuweisen[1]. Vielleicht hat in solchem Falle die Ortsteinbildung durch Abdichtung des Untergrundes zur Hochmoorbildung geführt. Auf den kahlen Hochflächen erreichen die klimatischen Faktoren ihren Höhepunkt. Die jährliche Regenmenge beträgt 2000 mm, die durchschnittliche Jahrestemperatur 5°C und das ganze Jahr hindurch

[1] Erläuterungen zu Blatt Obertal—Kniebis von K. Regelmann. S. 150.

herrschen starke Südwestwinde. Die Vegetation ist eine ausgeprägte Hochmoorflora mit Gruppen von Legforchen.

Östlich der Murg breitet sich der obere Buntsandstein in weitgedehnter Hochfläche aus. Der Ortstein beschränkt sich hier in seinem Vorkommen auf die Hänge der tief in das Plateau eingeschnittenen Täler, wo die Schichten des mittleren Buntsandsteins zutage treten, und verliert sich in östlicher Richtung, der Peripherie des Schwarzwaldes zu, sehr rasch, schon lange bevor die nach Osten zu einfallenden Schichten des mittleren Buntsandsteins unter der Oberfläche verschwinden. Auch klimatisch ist die Veränderung beträchtlich, namentlich bezüglich der Niederschlagsverteilung in der wärmeren und kälteren Jahreshälfte. So beträgt vom April bis September die durchschnittliche Regenmenge bei Altensteig (504 m ü. d. M.) ca. 450 mm, dagegen auf dem Ruhstein (1015 m ü. d. M.) ca. 955 mm. Für die Zeit vom Oktober bis März haben wir die entsprechenden Zahlen 400 und 971. Die Anhäufung großer Schneemassen westlich der Murg und die dadurch bedingte, weit ins Frühjahr hereinreichende Winterfeuchtigkeit der Böden ist sicher von günstigem Einfluß auf die Ortsteinbildung. Die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt bei Altensteig $7^1/_2$ °C, gegen 5 °C auf dem Ruhstein. Dazu kommt die durch das Einfallen der Schichten bedingte abnehmende Mächtigkeit des Buntsandsteins. Letzterer besitzt auf Blatt Baiersbronn eine Mächtigkeit von 300 m, an der Nordwestecke des Blattes Altensteig eine solche von 200 m, am Ostrande eine solche von 60 m.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie auf Blatt Altensteig finden sich auch auf Blatt Schramberg. Die durchschnittliche Regenmenge beträgt für die wärmere wie für die kältere Jahreszeit ca. 500 mm, die mittlere Jahrestemperatur $7^1/_2$ °C. Die Mächtigkeit des mittleren Buntsandsteins beläuft sich auf ca. 90 m. Rohhumusbildungen sind verbreitet. Der obere Buntsandstein trägt auch hier seine Missen. Ortsteinbildungen fehlen fast ganz, ebenso wie die ortsteingefährdete mittlere geröllfreie Zone sm des mittleren Buntsandsteins.

Fassen wir die wichtigsten Punkte kurz zusammen, so haben wir im Gebirgsstock Kniebis-Hornisgrinde die höchste Erhebung des Gebirges, damit zusammenfallend der reichlichste Niederschlag und die niederste Temperatur, ferner die größte Mächtigkeit des ortsteinführenden mittleren Buntsandsteins. Je mehr wir uns von hier nach Osten oder Süden entfernen, ist eine Abnahme dieser Verhältnisse

vorhanden. Der Zusammenhang zwischen Klima, Bodenbeschaffenheit und Rohhumus- und Ortsteinbildung ist also zweifellos vorhanden. Dabei tritt für die Rohhumusbildung das Klima, für die Ortsteinbildung aber die Bodenbeschaffenheit in Vordergrund. Da nun im Schwarzwald sämtliche Rohhumusbildungen unter dem Einfluß der reichlichen Niederschlagsmengen stehen, so erhält hier die Ortsteinbildung einen gewissen klimatischen Ckarakter. Gehen wir über den Schwarzwald hinaus, so finden wir im Rheintal und in der norddeutschen Tiefebene Ortsteingebiete, die eine jährliche Niederschlagsmenge von 400 mm und eine Jahrestemperatur von über 10 °C haben und somit ein wesentlich anderes Klima als der Schwarzwald aufweisen. Der Ortstein ist auch von Natur aus an keine allzu enge klimatischen Grenzen gebunden: denn an feuchtkalten Orten hat er die Moosvegetation, an trockenwarmen Plätzen die Heidekräuter, welche Veranlassung zu Rohhumusbildungen geben. Aber durchweg ist es der fast kalkfreie nährstoffarme Sandboden, der die Unterlage bildet.

Im Anschluß daran haben wir noch zwei Spezialfälle zu besprechen, einmal das Vorkommen des Ortsteins in Granitböden, und dann das vollständige Fehlen desselben in Gneisböden.

Bisher glaubte man den Ortstein auf ganz geringwertige Böden beschränkt und war deswegen erstaunt, denselben auch im Verwitterungsboden des mineralkräftigen Granits vorzufinden. Sein Vorkommen erstreckt sich auf alle Expositionen, beschränkt sich aber auf wenige Örtlichkeiten. Auszuscheiden aus dem Granithorizont sind die Vorkommen im Gehängeschutt, wo es sich um eine deckenförmige Überschüttung des Granits durch den höher liegenden Buntsandstein handelt. Sie sind typische Buntsandsteinsortsteine und weisen nur da eine Besonderheit auf, wo, wie z. B. im Steingrundbronn (Blatt Obertal—Kniebis), die überlagernde Buntsandsteindecke sehr wenig mächtig ist. In letzterer hat sich dann die Bleichsandzone, im Granitboden die Ortsteinzone ausgebildet. Weit verbreitet, namentlich an Nordhängen, ist die unter Rohhumusablagerungen auftretende braunrote Verfärbung des Bodens infolge der Durchtränkung mit Humussäuren mit oder ohne Ausbleichungszone. Das vereinzelte Vorkommen läßt auf besondere Umstände der Bildungsstätte schließen. An solcher Stelle haben die Granitböden zwei wichtige Merkmale der anderen Ortsteinböden gemeinsam: erstens bestehen jene aus einem sandigen, scharfkantig-eckigem Verwitterungsgrus und zweitens ist der Kalkgehalt verschwindend klein.

A. Sauer sagt über den Granitboden folgendes[1]: „Was nun die mineralische Nährkraft des Granitbodens betrifft, so enthält das frische Gestein etwa 1,6% Kalk und gegen 6% Kali. Bei der Vergrusung ist anzunehmen, daß der leichtest verwitternde Kalknatronfeldspat, an den der Kalkgehalt vorwiegend gebunden ist, als Kalkquelle baldigst versiegen, während dagegen der Boden jederzeit reichlich mit Kali versorgt wird. Ein Zeichen für den sicher vorhandenen Kalkmangel kann man in dem Umstand erblicken, daß an feuchten Stellen des Granitterrains, besonders an den mit Hochwald bestandenen Nordlagen, sich mit Vorliebe Sphagnaceen ansiedeln, deren Existenz bekanntlich an kalkarmen Untergrund gebunden ist.“ Die Möglichkeit der Ortsteinbildung im Granitboden ließe sich damit erklären, daß in erster Linie der Kalk fehlt, Humussäuren gegenüber die kräftigste Base. In zweiter Linie dürfte der hohe Kaligehalt die Bildung leicht löslicher humussaurer Alkalien bewirken[2]. „Ist die Humussubstanz in Alkalien gelöst, dann kommt nach van Bemelen eine zweite Eigenschaft der Humuskolloide zur Geltung. Kieselsäure, Eisenoxyd, Tonerde, z. T. alkalische Erden lösen sich in einem gewissen Maß in dieser alkalischen Humuslösung und können alle nebeneinander gelöst bleiben.“ Aber auch ohne an Alkalien gebunden zu sein, vermögen die sauer reagierenden Humusstoffe mit Eisen und Tonerde kolloide Verbindungen einzugehen. Diese kolloiden Lösungen werden nun im Untergrund abgeschieden, sei es nun durch die hier reichlich vorhandenen Basen, Kalisalze oder durch Wasserabgabe. Unter dem Mikroskop betrachtet gleicht das Aussehen des die Sandkörner umkleidenden firnisartigen Kittstoffes ganz dem eingetrockneter kolloider Stoffe.

Eine zweite auffallende Tatsache ist, daß in den Gneisböden des württembergischen Schwarzwaldes Ortsteinbildungen bis jetzt noch nicht gefunden wurden. Zur Erklärung dieser Erscheinung kann auf folgende Momente aufmerksam gemacht werden. Die Gneisböden haben eine nur geringe Verbreitung, bilden die Talsohlen und unteren Berghänge und dienen deswegen fast durchweg landwirtschaftlichen Zwecken und befinden sich somit äußerlich unter günstigeren Verhältnissen als die anderen Bodenarten. Sehr nachhaltig ist auf die durchgreifenden bodenkundlichen Unterschiede zwischen Granit und Gneisböden im badischen Schwarwald unter Be-

---

[1] Erläuterungen zu Blatt Hornberg—Schiltach von A. Sauer S. 47.

[2] Baumann, a. a. O. S. 98.

rücksichtigung der Strukturmerkmale der Gesteine von A. Sauer[1] hingewiesen worden. Dazu kommen die hervorragenden Bodenverhältnisse des Gneises. Ganz übereinstimmend sagt K. Regelmann hierüber[2]: „Im allgemeinen liefern die Glimmergneise vorwiegend schiefrige Verwitterungsstücke, die von großer Wichtigkeit für die chemisch und physikalisch gleich günstige Zusammensetzung der Gneisböden sind. Diese mehr oder weniger dicht, schuppenartig angeordneten Gneisstücke verhindern das Ausschwemmen der feinen Verwitterungsprodukte (der Feinerde) und verhüten zusammen mit den unendlich vielen, ähnlich gelagerten Glimmerblättchen das leichte Austrocknen. Durch das Zurückhalten der für die Absorption so überaus wichtigen Feinerde steht der Gneisboden an Wert bedeutend über dem stofflich etwa gleichwertigen Granitboden". Für die Annahme, daß auch hier die Bodenverhältnisse ausschlaggebend gewesen sind, spricht ein Vorkommen beim Dorfe Huzenbach. Auf einem der dortigen Gneishügel lagern Reste von Hochterrassenschotter, in welchem ich ein typisches Ortsteinprofil aufgefunden habe. Die Bedingungen zur Ortsteinbildung waren demnach vorhanden. Letztere konnte aber nur in den geröllführenden sandigen Anschwemmungen zur Entwicklung kommen.

Anhangsweise möge noch kurz das Wesentlichste über die Missen gesagt werden, weil sie und der Ortstein z. T. die gleichen Entstehungsursachen und in der Entwicklung manche Erscheinung gemeinsam haben. Die Misse ist ein steter Begleiter des oberen Buntsandsteinplateaus in der niederschlagsreichen Schwarzwaldzone. Das topographische Bild ist eine versumpfte Fläche von oft weiter Ausdehnung am oberen Ende eines Wasserlaufes, der mit einer sanft ansteigenden, fast ebenen Mulde auf das Plateau übergreift. Die ziemlich ebene Lage, die stagnierende Nässe über dem undurchlässigen Untergrund und eine ganz charakteristische Flora[3] geben der Misse ihr typisches Gepräge. Die Unterlage bildet ein dichtgelagerter, schwerer, zäher, undurchlässiger Letten. Bei solchen Böden geht in einem feuchten Klima infolge des hohen Wassergehaltes, der geringen Durchlüftungs- und Erwärmungsfähigkeit die

---

[1] Vergl. Erläuterungen zu Blatt Gengenbach 1884, dann ausführlicher: Blatt Hornberg—Schiltach 1896.

[2] Erläuterungen z. geol. Spez.-Karte des Kgr. Württbg. Blatt Baiersbronn. S. 78. 1909.

[3] Näheres siehe M. Bräuhäuser in: Erläuterungen z. geol. Spez.-Karte d. Kgr. Württbg. Blatt Simmersfeld von M. Bräuhäuser und A. Schmidt S. 49.

Verwesung der organischen Stoffe in Fäulnis über. Eine Rohhumusanhäufung tritt ein, welche meist noch viel mächtiger ist wie beim Ortstein und stellenweise zur Hochmoorbildung neigt. Unter dem Rohhumus folgt wie beim Ortstein eine ausgebleichte Zone, die aber in eine lebhaft rotgelb gefärbte Zone und schließlich in die Farbe des normalen oberen Buntsandsteins übergeht. Darin liegt der Unterschied. Bei der Ortsteinbildung findet durch die Humussäuren eine Stoffumlagerung innerhalb des Bodens statt. Die in der oberen Bodenschicht in Lösung gebrachten Stoffe werden in der darunterliegenden wieder ausgeschieden. Die grobsandige Struktur des Bodens ermöglicht diesen Vorgang. Die Bleichsandbildung der Missen dagegen ist eine reine Auslaugungserscheinung nach oben zu. Die von den Humussäuren in Lösung gebrachten Stoffe haben nur die Möglichkeit in die oben zwischen Bleichsand und Rohhumus zirkulierenden Wasser zu diffundieren und von ihnen fortgeschafft zu werden. Die Entwässerungsgräben der Missen sind oft mit rotem Schlamm ausgelegt. Es ist das von der Humussäure reduzierte und dadurch löslich gemachte Eisen, welches durch die Berührung mit Luft wieder ausgefällt wird.

Allein schon aus der Vegetation zu schließen ist die Misse weit mehr von Temperatur und Regenmenge abhängig als der Ortstein. Aber eine klimatische Notwendigkeit ist sie trotzdem nicht immer. Schon frühe[1] wurde die Entstehung durch z. T. lokale Ursachen erkannt.

VI. Ursachen der Ortsteinbildung.

In dem Kapitel über die Natur der Ortsteinbildung ist dargelegt worden, daß die Humusform im letzten Grunde abhängig ist von den variabeln Faktoren Wärme und Feuchtigkeit, ferner daß die ungünstige Verschiebung der beiden Faktoren, welche die Rohhumusbildung zur Folge hat, entweder von dem Klima herrührt oder von einer unzweckmäßigen wirtschaftlichen Tätigkeit des Menschen. Beweise für diese beiden Möglichkeiten geben die Untersuchungen von P. E. Müller[2] und Emeis[3] und sie sind die Ursachen der Ortsteinbildung. Auch für den Schwarzwald müssen wir zur

[1] Über die Beschaffenheit, Entstehung und Kultivierung der Missen, von Sponeck. Moser's Forstarchiv. 30. Bd. 1807. Die Versumpfung der Wälder von Bühler 1831.

[2] Natürliche Humusformen.

[3] Siehe im Literaturverzeichnis die zahlreichen Abhandlungen von Emeis.

Erklärung des Ortsteinvorkommens diese beiden Ursachen annehmen. Den Charakter einer rein klimatischen Ursache zeigen am entschiedensten die Bildungen der Kare und Karriegel. Das ausnahmslose Vorkommen derselben an jedem der Orte, die mächtige Entwicklung, die hier ihren Höhepunkt erreicht, die uralte, von jeder Kultur verschonte, auf die Eiszeit zurückweisende Vegetation und die stark entwickelten Moorbildungen legen diesen Schluß nahe. Außerdem kommen noch vorzugsweise in Betracht die Nordhänge und Höhenlagen. Inwieweit hier jedoch bereits Eingriffe des Menschen sich geltend machen, ist heutzutage schwer — wenn nicht gar unmöglich — zu sagen und bedarf einer weit eingehenderen Untersuchung, als die Zeit sie mir erlaubte. Die Mehrzahl der übrigen Vorkommen dürfen wir der Tätigkeit des Menschen zuschreiben. Dazu berechtigen uns die Waldgeschichte des Schwarzwaldes, das rasche Wechseln ortsteinführender und -freier Plätze auf kleinem Raume und vollständige Fehlen auf Böden, die alle dieselben Verhältnisse aufweisen, und schließlich die Erfahrungen der heutigen Forstwirtschaft, die in Erkenntnis der begangenen Fehler in der wirtschaftlichen Behandlung des Waldes die Natur wieder mehr als früher zur Geltung kommen läßt.

Mehr wie in den anderen Ortsteingebieten stehen uns im Schwarzwald geschichtliche Aufzeichnungen zur Verfügung, die von O. Feucht in seiner interessanten Abhandlung[1]: „Zur Vegetationsgeschichte des nördlichen Schwarzwaldes, insbesondere des Kniebisgebietes“ zusammengestellt ein anschauliches Bild der Waldgeschichte des oberen Murgtales gewähren. Ich beschränke mich darauf, aus der genannten Abhandlung nur die Angaben zu entnehmen, die als Ursachen der Ortsteinbildungen in Betracht kommen können.

Der ums Jahr 1140 entstandene Codex Reichenbachensis erwähnt verschiedene Viehhöfe und Almen des Klosters Reichenbach im Murgtal. Eine der Almen lag 950 m ü. d. M. in den sogenannten Mehlplätzen, die um 1800 noch kahle Weideflächen waren, heute aber bewaldet sind. Die Hänge des genannten Ortes tragen Ortstein, die Ebene selbst ist mit Rohhumus überdeckt und missig. Im Mittelalter finden wir ausgedehnte Harzrechte, Viehweide und Holznutzung. Im Jahr 1617 wurde das Harzrecht für Baiersbronn wegen des hohen Schadens beschränkt auf „die tieffen Thäler, Grinden und ohngelegenen Orte, darauß man das Holtz sonst zu

[1] Jahreshefte d. Vereins für vaterl. Naturkunde in Württbg. 1907. S. LVII.

keinem andern Nutzen bringen kann." Sebastian Münster sagt in seiner 1544 erschienenen Kosmographie: „Also findest Du bey ursprung des Wassers Murg, nemblich hinder Kniebis, das sich des Volck mit hartz abläsen und klauben ernehret. Dann do findt man zwey oder drey Dörffer, deren einwoner alle jar 200 und etlich mehr centner hartz von den Thannbäumen samblen und gehn Straßburg zu verkauffen bringen." Großen Schaden richtete die Waldweide und das damit verbundene Weidbrennen an. Gegen letzteres wendet sich 1536 „die Floß- und Holtzordnung am Schwarzwald", dann die Forstordnung von 1614 und schließlich eine solche von 1748. Dort heißt es Seite 92: „Nachdeme die Erfahrung gelehret, daß sowohl durch das Vieh-Wayd-brennen, sonderlich auf dem Schwarzwald, die meisten Exzesse entstehen, und dadurch schon viele 1000 Morgen Walds abgetrieben worden; als auch durch die von denen Vieh-Hirten aufmachende Feuer die Wälder öfters angesteckt und dadurch muthwilliger Weise ein fast unersetzlicher Schaden verursacht worden ...." etc. Mit Recht nimmt O. Feucht an, daß die Grinden einst größtenteils bewaldet waren und verlegt ihre Entwaldung mit nachfolgender Moorvegetation in diese Zeit. Wenn er aber annimmt, daß im östlichen Schwarzwald, wo die Niederschlagshöhe viel geringer ist, die Missen sich nicht in dem Maße ausdehnen konnten, wie im Kniebis-Hornisgrindegebiet, so dürfte dies den Tatsachen nicht ganz entsprechen. Denn wir haben im vorhergehenden darauf hingewiesen, daß die Missen im Horizont des oberen Buntsandsteins, also gerade im östlichen Schwarzwald, ihre Hauptentwicklung erreichen. Ausschlaggebend ist nämlich die geognostische Unterlage. Mit dem 18. Jahrhundert begann der berühmte Holländerholzhandel, eine rücksichtslose Ausschlachtung der Murgtalwälder. Zeitgenössische Berichte erzählen: „Gegen die sonstige Gewohnheit auf dem Schwarzwald sind diese Waldungen schlagweis abgetrieben worden, weil sie sämtlich von alters her zum Harzen angebrochen waren .... und in den meisten mehr Holz zu Boden gelegen als noch gestanden hatte." Jägerschmid berichtet: „Was nicht zu Holländerholz sich eignete, wurde zu Gemeinholz verarbeitet, und die schwächeren Stämme zu Floßstangen und Floßwieden benützt: das fehlerhafte schwere Holz mußte zu Sägklötzen und der Abraum zu Feuerholz hergerichtet werden; was übrig blieb, war die Beute des Aschenbrenners. Damit aber nicht genug. Im folgenden Jahre durchzog eine zahlreiche Rindviehherde den mit üppigem Gras bedeckten Schlag." Im Jahr 1782 vernichtete ein Waldbrand auf dem Kniebis ca. 1000 Morgen

Wald, und im Jahre 1800 zerstörte ein Waldbrand, der 17 Tage dauerte, mehr als 7000 Morgen Wald, der hauptsächlich aus dem Jungwuchs der vorher von den Holzhändlern abgeholzten Flächen bestand. Genauen Aufschluß über die einzelnen abgebrannten Waldungen und deren vorherigen Zustand finden wir in dem Bericht über die 13. Versammlung des Württbg. Forstvereins in Freudenstadt 1894[1]. Die dort einzeln angeführten Waldungen weisen heutzutage starken Ortstein auf. Aus dem Bericht entnehmen wir aber auch, daß schon damals große Flächen „in Heideberg und Misse" und aus „holzlos gewesenen und auch in Zukunft unbrauchbar bleibenden, zu nassen oder aus Felsen bestehenden Plätzen" bestanden. Daraus und aus der Tatsache, daß der Ortstein nicht minder häufig an Örtlichkeiten auftritt, die von keiner derartigen Katastrophe heimgesucht wurden, dürfen wir schließen, daß der große Brand vielleicht nur zum kleineren Teil die Ortsteinursache bildet. Es dürfte auch anzunehmen sein, daß die durch einen großen Waldbrand bewirkte äußerst intensive Düngung mit Pflanzenasche einer Bildung von Rohhumus auf lange Zeit entgegenwirkte.

Den aktenmäßigen Nachweis der Verschlechterung des Bodens und der dadurch herbeigeführten Ortsteinbildung, verursacht durch wirtschaftliche Fehler, gibt Fr. Hoffmann in dem wertvollen Aufsatz[2]: Bodenbearbeitung und künstliche Düngung in Forchen-Krüppelbeständen des württembergischen Schwarzwaldes. Die bis in das Jahr 1819 zurückreichende Bestandesgeschichte ergibt die unumstößliche Tatsache: Je länger der Boden unter dem lichten Forchenbestand der Aushagerung ausgesetzt war, und je weniger Individuen von einer anderen Holzart zwischen der Forchenkultur zu finden sind, um so schlechter ist der Bestand. Ums Jahr 1854 wird in der Bestandesbeschreibung zum erstenmal die Heide erwähnt. Nach einem starken Durchhieb im Jahre 1859 und nach 20jähriger Lichtstellung hatte die Heide und das Sumpfmoos an dem steilen Westhange derart überhand genommen, daß im Jahre 1899 die Heidesträucher an vielen Stellen höher waren als die 20jährigen Forchen. Bodeneinschläge, die im Jahre 1899 Fr. Hoffmann machen ließ, ergaben überall Ortsteinbildungen. Ähnliche Beobachtungen, wie hier am Rosenberg im Murgtal, lassen sich allerorts im Schwarzwald machen.

[1] Der Waldbrand im Freudenstädter Forst i. J. 1800. Von Forstmeister Nagel in Freudenstadt.

[2] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung. 1905. S. 297.

Die gleichen Ursachen, die westlich der Murg zu Ortsteinbildungen führten, haben östlich der Murg die Entstehung der Missen veranlaßt. Angriffspunkte für die klimatischen Einwirkungen waren stark tonige Lagen, oder durch die Oberflächengestaltung bewirkte Wasseransammlungen und Bodenzusammenschlämmungen. Bei der so günstigen Bodenbeschaffenheit des oberen Buntsandsteins bedurfte es jedoch meist menschlicher Eingriffe, welche die Bodentätigkeit zum Stillstand brachten. Auch hier sind wir in der glücklichen Lage, geschichtliche Aufzeichnungen zu besitzen, welche A. Pfister in dem interessanten Aufsatz[1]: „Die Geschichte des Altensteiger Kirchspielwalds" veröffentlichte. Die aus 7 Gemeinden bestehende Kirchspielsgenossenschaft, gegründet ums Jahr 1200, hatte anfänglich unbeschränkte Holz- und Weidenutzungsrechte. Die dadurch bedingte Waldverwüstung und der sich fühlbar machende Schaden führten von seiten des Staates zu immer schärferen Bestimmungen über die Nutzung, bis der letztere im Jahre 1830 die Berechtigungen durch Waldverteilung ablöste.

Über die mutmaßlichen Ursachen der Missebildung hatte man schon früh richtige Ansichten. Als solche gibt Sponeck[2] an: „Schlecht geführte Wirtschaft, vorzüglich zu lichtes Aushauen in Nadelhölzern auf hohen Gebirgen — möchte wohl eine der wichtigsten Ursachen solcher Erscheinungen sein, in Verbindung mit anderen folgenden: Wenn dem Wind der Eingang geöffnet wird, — durch Unterbrechung des nötigen geschlossenen Zustandes der Waldungen. Wenn kein sogen. Mantel beim Abtrieb des Nadelholzes zweckmäßig und auf die Lage nach der Weltgegend und anderen Umständen — passend angebracht und erhalten wird. Wenn in solchen Gegenden die Vermischung des schützenden Laubholzes, vorzüglich an Rotbuchen, Eichen etc. künstlich durch Aushauen verhindert wird. Kurz, wenn der Wald in hoher Gegend nicht in solchem Zustand erhalten wird: daß natürlicher hoffnungsvoller Anflug und Aufschlag möglich ist. — Dann tritt der Fall von obiger schädlicher Folge ein." Weiter hat er die richtige Beobachtung gemacht, „daß je mehr Bäume auf einer solchen Misse sich befinden, desto weniger Wasser vorhanden ist. Da aber, wo kein Holz steht, ist oft und meist der Sumpf am größten." Folgerichtig vergleicht er an anderer Stelle die Bäume

[1] Besondere Beilage des Staatsanzeigers für Württemberg. 1909. No. 1 u. 2.

[2] Über die Beschaffenheit, Entstehung und Kultivierung der Sümpfe (Missen) in Gebirgsforsten etc. Von Herrn Reichsgrafen von Sponeck. Moser's Forst-Archiv. 30. Bd. 1807.

mit natürlichen Pumpmaschinen, die eine zu große Wasseransammlung verhüten. Ähnliche Erfahrungen mögen dem Vertrag von 1560 zugrunde liegen, welcher dem Institut der Viermänner des Kirchspielwaldes vorschreibt[1]: „sie sollen das Holz nicht an einem Ort auszeichnen, daß es eine Platte gibt".

In vielen Fällen wird die früher im Schwarzwald allgemein übliche Plenterwirtschaft die Ursache der Ortsteinbildung sein. Die Nachteile dieses Wirtschaftsbetriebs hat gleichfalls Sponeck[2] für den Schwarzwald sehr eingehend beschrieben. Für die Ortsteinbildung kommt besonders die Verlichtung und nachteilige Veränderung des Bodens in Betracht. „Die sogen. Femelwirtschaft", sagt Sponeck[3], „wurde ohne alle guten Grundsätze und ohne Vorsichtsregeln betrieben. Die Sturmwinde rissen ganze Strecken stark ausgelichteter oder nicht gegen die rechte Weltgegend angehauener Wälder nieder."

Über den Einfluß der Holzarten, sei es in reinen oder gemischten Beständen, ist bis jetzt noch wenig Sicheres bekannt. Nach den genannten Arbeiten von O. Feucht und A. Pfister waren vom Mittelalter ab die Nadelhölzer in den höheren Lagen — 700 m ü. d. M. — vorherrschend, während in den Tälern und südlichen Hängen Mischwaldungen, wie auch reine Buchen- und Eichenwälder sich vorfanden. Irgendein ursächlicher Zusammenhang mit dem Ortstein wird in der Regel nicht nachzuweisen sein, am ehesten noch bei der Forche. Man kann nur allgemein sagen, daß im Schwarzwald die Nadelhölzer die Versaurung des Bodens begünstigen, die Laubhölzer, namentlich Buche und Eiche, einer solchen entgegenwirken. Die Beobachtung lehrt, daß gerade für den Schwarzwald die Buche ein ausgezeichnetes Bodenschutzholz ist. Bodenschutz ist aber die erste Forderung im Kampf gegen den Ortstein. Genau die gleiche Beobachtung hat schon von Sponeck gemacht. In seiner Abhandlung „Über den Zustand und die Bewirtschaftung des Neuenbürger Oberforsts" äußert er sich folgendermaßen[4]: „Die Ebenen, auch viele mitternächtige Abhänge haben guten Boden, obenauf eine Schicht Dammerde, mehr oder weniger, je nachdem viel oder weniger Laubhölzer, besonders Rotbuchen, darauf stehen, und je nachdem viel Holz darauf

[1] A. Pfister: a. a. O. S. 10.

[2] von Sponeck: Über den Schwarzwald. Heidelberg 1817.

[3] von Sponeck: Über den Zustand und die Bewirtschaftung des Neuenbürger Oberforsts. Moser's Forstarchiv. 30. Bd. 1807. S. 43.

[4] von Sponeck: Über den Zustand und die forstl. Behandlung des Neuenbürger Oberforstes im württ. Schwarzwald. Moser's Forstarchiv. 1807. 30. Bd. S. 19.

verfault ist; unter diesen Schichten — Sand; — und unter diesem meist Letten. Auf den höchsten Gegenden ist der Boden missigt, torfartig — mit weniger Sand gemischt, — im ganzen mager, für eine gute gesunde Vegetation nicht tauglich. Wo das Laub liegen bleiben und verfaulen kann, ist der Holzwuchs bei jeder Lage gut. Man darf den Satz annehmen: daß solange noch Holz (Reisig, Stöcke etc.) auf dem Schwarzwald in den Wäldern verfault, so lang wird eine gute Vegetation — und große Vollkommenheit der Stämme teils Orten statthaben — und wenn dieses aufhört — und z. B. kein Laub und Holz mehr liegen bleibt — so wird ein großer Unterschied sich zeigen.“ Nach Graner[1] beträgt der Anteil der Holzarten im oberen Murggebiet: Tanne 30 %, Fichte 52 %, Kiefer 17 %, Laubholz nur 1 %. Zwischen Fichte und Buche besteht zweifellos ein Mißverhältnis. Unter Fichte versauert der Boden am leichtesten, unter Buchen finden wir meist günstige Bodenbeschaffenheit. Unter Buchen hat man im Schwarzwald noch nie Rohhumusansammlungen, Bleichsand oder Ortsteinbildungen angetroffen, um so öfter aber unter Fichten. A. Sauer[2] schreibt diese günstige Wirkung der Buche dem kalkreichen und vergleichsweise mit der Fichte und Kiefer schnell verwitterndem Laube zu. Nach meiner Ansicht dürfte mehr ins Gewicht fallen die starke Beschattung des Bodens, die meist lückenlose Überdeckung desselben durch das abgefallene Laub und die langsame Zersetzung des letzteren; Umstände, die sehr geeignet sind, Wärme, Feuchtigkeit und Feinerde — die Vorzüge eines guten Mullbodens — dauernd zu erhalten. Interessante Lokalstudien über die Wechselbeziehungen zwischen Ortstein und Forstwirtschaft hat Oberförster Ramm in Calmbach unter dem Titel[3]: „Bestandesverjüngung auf den vielfach zu Rohhumus- und Ortsteinbildung neigenden Böden der Buntsandsteinformation des württ. Enzgebiets“ veröffentlicht.

VII. Alter des Ortsteins.

Mit der Frage nach den Ursachen des Ortsteins ist zugleich die Frage nach dem Alter desselben gegeben. Die Untersuchungen des nordischen Bodens durch Emeis und Müller lassen keinen Zweifel darüber, daß die Ortsteinbildungen Jütlands z. T. uralt sind. Die dortigen Hünengräber enthalten als Baumaterial Heidetorf und Bleich-

[1] Der Schwarzwald von Graner. Forstwiss. Centralblatt 1897.

[2] Jahreshefte d Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württbg. 1905. S. XI.

[3] Bericht üb. d. 23. Versammlung des Württ. Forstvereins zu Neuenbürg. 1908.

sand. Nach einer Notiz in dem Landwirtschaftlichen Jahrbuch 1908. 27. Bd. Ergänzungsbd. I über den westfälischen Ortstein stehen die Mauern eines römischen Kastells auf solchem. Ob die Bildungen des Schwarzwaldes im Alter an die Jütlands heranreichen, kann mangels bestimmter Anhaltspunkte nicht entschieden werden. Den äußeren Umständen nach zu schließen sind die ältesten, wohl in die vorgeschichtliche Zeit fallenden Vorkommen jene der Kare, Karriegel, der auf den Grinden und an den Nordhängen gelegenen, soweit ihre Ursache eine klimatische ist. Die Bildungen der Ost-, Süd- und Westhänge aber, soweit sie menschlicher Tätigkeit ihren Ursprung verdanken, haben mit dem frühen Mittelalter ihren Anfang genommen und dauern bis heute fort. Zeitabschnitte, die sich durch besonders reichliche Ortsteinbildungen auszeichnen, veranlaßt durch Kahlhiebe und Brände, lassen sich nicht nachweisen. Gewisse Anhaltspunkte geben folgende Tatsachen: Im Granitboden des Hahnenbronn im Schönmünztal sind an einem steilen Südwesthang durch Windwurf mächtige Wurzelstöcke aus dem Boden gehoben, von denen manche Ortsteinbrocken zeigen. Der Bestand mag der I./II. Bonität angehört haben. Jungwuchs und Anflug ist überall vorhanden und gedeiht kräftig. Dazwischen findet sich die Heidelbeere reichlich. Zur Zeit der Bestandesgründung, also vor ca. 100 Jahren, hatte sich die Ortsteinbildung hier sozusagen bereits überlebt. Die Bodenverhältnisse mußten sich wieder wesentlich gebessert haben.

Von Bedeutung ist ein ganz lokales Vorkommen beim Orte Huzenbach[1] im Murgtal. Kommt man aus dem Dobelbachtal gegen Huzenbach, so führt der Weg über einen Gneishügel mit Hofbesiedlung und Wiesenbau. Der Kamm des Hügels trägt ein schmales, langgestrecktes Band von Hochterrassenschotter, in den der Fahrweg sich bis zu 1 m Tiefe eingeschnitten hat. Kurz bevor der Weg den Schotter verläßt und sich in stärkerem Gefäll zu Tale wendet, fällt an der linken Wegböschung die rote Färbung des Untergrundes auf. Beim Nachgraben ergab sich das typische Profil eines Ortsteins, welcher der Struktur nach früher stark verfestigt, jetzt ziemlich mürbe war. Das betreffende Grundstück ist eine wohlgepflegte Wiese unmittelbar neben einem alten Wohnhaus. Die aus den Tälern terrassenartig aufsteigenden, sanft gerundeten Granit- und Gneishügel mit ihren fruchtbaren Böden wurden bei der Besiedlung des Schwarzwaldes stets bevorzugt. Bei Huzenbach erreicht

[1] In der Karte nicht eingetragen.

diese Formation eine besondere Ausdehnung, und aus dem Schenkungsurkundenbuch des Klosters Reichenbach wissen wir, daß letzteres hier schon im 12. Jahrhundert Viehhöfe besaß. So weit zurück können wir die Bildung verlegen. Nach den Jahren von 1755 ab nahm die Besiedlung des oberen Murgtales einen solchen Aufschwung[1], daß der fragliche Boden sicher Kulturland wurde und eine Ortsteinbildung nicht mehr möglich war. Eine zweite Beobachtung von Ortstein unter landwirtschaftlich benütztem Boden, jedoch von nicht mehr so guter Erhaltung machte ich beim Abstieg vom Rinkenkopf nach der Murgbrücke bei Baiersbronn. Zur Lösung der Altersfrage wäre es lohnend, die Terrassen des Murgtales nach weiteren Ortsteinvorkommen abzusuchen.

Einige Anhaltspunkte für das sehr wehselnde Alter der Heideberge und Missen geben uns die Aufzeichnungen C. W. Bühler's[2]. Über die Heideberge berichtet er: „Sie waren früher, wie sich fast überall durch alte Stöcke, Wurzeln und sonstige Bestandesreste nachweisen läßt, bewaldet, und zwar meist mit Eichen. Aber üble Wirtschaft vor alten Zeiten, starkes Abrechen des Laubes, am allermeisten aber außerordentlich starke ungestörte Beweidung mit einer Menge Vieh von allen Gattungen haben diese Berge holzlos gemacht."

Von den Missen sagt er: „Daß dieses Übel nicht von jeher so war, ja daß es sich sogar in der Alterszeit der noch vorhandenen Stämme gebildet und nach und nach vergrößert hat, dies beweisen nicht nur die jetzt noch kümmerlich vegetierenden Stämme oft von der höchsten Stärke, sondern noch mehr die alten Stöcke, die Zeuge sind von einem vormals vollkommen geschlossenen Bestand." Die Ursache der Missebildung schreibt er allzustarkem Lichten zu mit den Folgeerscheinungen des Versauerns und Verdichtens des Bodens. An einer anderen Stelle sagt er[3]: „Seit sich die jetzt lebenden Menschen und ihre Väter denken, sind diese Waldstrecken immer so gewesen, nur daß die Forren immer mehr einbrechen und lichter werden, und daß sich die Vermoorung und Versumpfung immer weiter und allmählich auch in die Abhänge hinunter verbreitet. Höchst wahrscheinlich waren in noch viel älteren Zeiten auf solchen Plateaus ... mehrere Missen, die sich ... immer vergrößert und endlich ganz vereinigt haben. Haben Windstürme ... ganze Bestandesstrecken nieder-

[1] Über die Besiedlung des württbg. Schwarzwaldes, insbesondere des oberen Murgtales von Hartmann. Württbg. Jahrbücher für Statistik u. Landeskunde. 1893.

[2] C. W. Bühler: Die Versumpfung der Wälder. Tübingen 1831.

[3] A. a. O. S. 39.

geworfen, so wurde der jetzige Zustand nur beschleunigt, und wir finden auch in tiefer vermoorten Stellen Überreste eingebrochener Bestandesmassen genug, um diese Idee bewahrheiten zu können.“ Von den „sämtlich[1] an der Schönmünzach gelegenen Waldungen, vom Wilden See an auf der rechten Seite heraus bis an den Kleinen Hahnberg und links heraus bis an den Leintopf“ wird im Jahre 1778 bei Errichtung des Forstetats gesagt, daß „1/3 davon in Heideberg und Misse bestehe“, und weiter unten wird von „jeher holzlos gewesenen und auch in Zukunft unbrauchbar bleibenden, zu nassen oder aus Felsen bestehenden Plätzen“ gesprochen. Sponeck sagt an anderer Stelle[2]: „In den meisten dieser Plätze findet sich mehr oder weniger ausgebildeter Torf.“ Man könnte sich heutzutage wundern, daß in den zahlreichen alten Berichten nirgends von Ortstein die Rede ist, obgleich zu damaliger Zeit der Bodenbeschaffenheit große Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Bühler teilte die Böden in 5 Bonitäten ein und gibt von den beiden letzten Bonitäten folgende Beschreibung[3]: „IV. Klasse: Schlecht; keiner oder ganz wenig versauerter Humus, rauher Sand fast ohne Beimischung, felsigter oder auch bindend-lettiger undurchlassender Grund; schon in geringer Tiefe vorkommend. — V. Klasse: Ganz schlecht; gar keinen oder gänzlich versauerten Humus, mit ganz rauhem Sand ohne bemerkliches Bindemittel, das sich schon abgeschwemmt oder auf das unterliegende Ton- oder unzerklüftete Sandsteinlager niedergeschlagen hat.“ Auch ein spezielles Bodenprofil der Heideberge beschreibt er[4]: „Der Boden solcher Heideberge besteht aus einer versauerten unbedeutenden Humusschicht von schwarzer Farbe mit Quarzsandkörnern vermischt, darunter Sand mit weniger oder gar keiner bindenden Beimischung, bei einer mehr oder weniger zerklüfteten Sandsteinschichte.“ Man verkannte demnach völlig seine Natur und rechnete ihn zum Buntsandstein.

Auf Grund der vorstehenden Untersuchungen ist der Schluß berechtigt, daß der größere Teil der Ortstein- und Missebildungen des oberen Murgtales auf die großen Waldverwüstungen zurückzuführen ist, welche im frühen Mittelalter begonnen und im Jahre 1800 mit dem Waldbrand im Freudenstädter Forst ihr Ende gefunden haben, und daß nur ein kleiner Teil als die natürliche Folge klimatischer

[1] Nagel a. a. O. S. 34.
[2] von Sponeck in Moser's Forstarchiv. 30. Bd. S. 119.
[3] C. W. Bühler a. a. O. S. 18.
[4] C. W. Bühler a. a. O. S. 26.

Einwirkungen sich darstellt. Bei der allgemeinen Kalkarmut der Schwarzwaldböden hat sich die Raubwirtschaft bitter gerächt. Waren ehedem die Laubhölzer durchweg den Nadelhölzern reichlich beigemischt, so schlugen die Wiederanbauversuche nach dem Brande vollständig fehl infolge der Rohhumusbildungen und Versaurung des Bodens. Die ungünstigen Folgen reiner Nadelholzbestände dauern bis heute an. Fichte, Forche und Tanne vermögen der Versaurung des Bodens keinen Einhalt zu tun und die Ortsteinbildung nimmt auch jetzt noch ihren Fortgang. Heute, wo der Ortstein und seine schädlichen Wirkungen auf die Forstwirtschaft erkannt sind, beschäftigen sich Forstleute und Geologen mit der Ortsteinfrage und den verwandten kulturschädlichen Erscheinungen. Die volkswirtschaftliche Bedeutung dieser Fragen wird derjenige ermessen können, der die großen ertragsarmen Flächen im Schwarzwald kennt. Mit Recht dürfen wir den Schwarzwald von allen Ortsteingebieten als das interessanteste bezeichnen, weil er in den Rohhumus-, Ortstein- und Missebildungen die mannigfaltigsten Erscheinungen aufweist und daran eine Reihe historischer Erinnerungen knüpft. Von ihm dürfen wir auch mit Zuversicht die Lösung aller noch offenstehender Fragen erwarten.

Literatur.

Albert, R., Beitrag zur Kenntnis der Ortsteinbildung. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. Juni 1910.

Aschan, O.: Die Bedeutung der wasserlöslichen Humusstoffe (Humussole) für die Bildung der See- und Sumpferze. Zeitschr. f. prakt. Geologie. Bd. 15. 1907.

Baumann, A.: Untersuchungen über die Humussäuren. Mitteil. d. K. Bayr Moorkulturanstalt. Heft 3. 1909.

Biedermann: Ortstein und Raseneisenstein. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. Bd. VIII. 1876.

Bühler, A.: Wasservorrat und Wasserbewegung im Waldboden. Ber. über die 23. Vers. des Württemb. Forstvereins in Neuenbürg. 1908.

Bühler, E. C. W.: Die Versumpfung der Wälder etc. mit besonderer Hinsicht auf den Schwarzwald. Tübingen 1831.

Burckhardt, H.: Säen und Pflanzen (Ortsteinkultur S. 296). 4. Aufl. 1870.

Daube, W.: Das naturgemäße Zurückweichen des Waldes in Schleswig-Holstein. Forstl. Blätter. 1881, Januar.

Ebermayer, E.: Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden. Berlin 1873.

Emeis: Waldbauliche Forschungen. Berlin 1876.

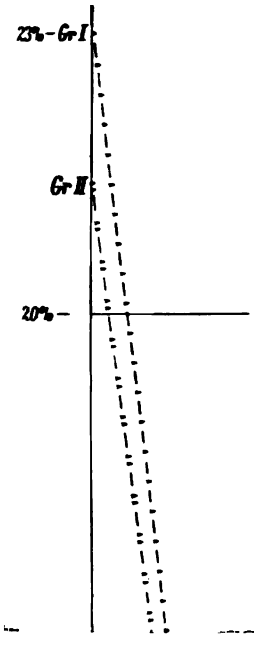
— — Über das naturgemäße Zurückweichen des Waldes in Schleswig-Holstein. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1881, April.

— — Über Bildung und Kultur des Ortsteins. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1886. August.

— — Zuf Aufschließung des Ortsteins durch Entwässerung. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1899, Dezember.

Emeis: Über Heidebodenanalysen. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1901, August.
— — Über ungünstige Einflüsse von Wind und Freilage auf die Bodenkultur. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1902, Dezember. 1903, Dezember. 1905, November. 1907, Januar.
— — Die Ursachen der Ortsteinbildung und ihr Einfluß auf die Landeskultur Schleswig-Holsteins. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1908, Januar.
— — Außerdem verschiedene Veröffentlichungen in dem Vereinsblatt des Heidekulturvereins für Schleswig-Holstein.
Emmerling: Untersuchung über verschiedene Humusbodenarten und deren Verhalten zu Wasser. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1883. März.
Feucht, O.: Zur Vegetationsgeschichte des nördlichen Schwarzwaldes, insbes. des Kniebisgebietes. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. 63. Bd. 1907.
Früh, J. und C. Schröter: Die Moore der Schweiz. Beiträge z. Geol. d. Schweiz. Berlin 1904.
Geologische Spezialkarte des Königreichs Württemberg im Maßstab 1 : 25 000. Herausgeg. vom K. württemb. Statist. Landesamt.
No. 79. Blatt Simmersfeld mit Erläuterungen von M. Bräuhäuser und A. Schmidt. 1908.
„ 80. Blatt Stammheim „ „ „ A. Schmidt. 1909.
„ 91 u. 104. Blatt Obertal—Kniebis mit Erläuterungen von K. Regelmann. 1907.
„ 92. Blatt Baiersbronn mit Erläuterungen von K. Regelmann. 1908.
„ 93. „ Altensteig „ „ „ M. Schmidt. 1908.
„ 94. „ Nagold „ „ „ „ „ 1909.
„ 105. „ Freudenstadt „ „ „ M. Schmidt u. K. Rau 1906.
„ 129. Blatt Schramberg „ „ „ M. Bräuhäuser und A. Sauer. 1909.
Graner, F.: Der Schwarzwald. Forstwiss. Centralbl. 1897.
Hartmann: Über die Besiedlung des württembergischen Schwarzwaldes, insbes. des oberen Murgtales. Württemb. Jahrb. f. Statistik u. Landeskunde. 1893.
Helbig, M.: Ortsteinbildungen im Gebiete des Buntsandsteins. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. 1903. Heft 5.
— — Über Ortstein im Gebiete des Granits und Zur Entstehung des Ortsteins. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1909. Heft 1 u. 2.
— — Einwirkung von Kalk auf Tannentrockentorf. Forstwiss. Centralbl. 1910.
Hofmann, Fr.: Bodenbearbeitung und künstliche Düngung in Forchenkrüppelbeständen des württembergischen Schwarzwaldes. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1905, September.
König: Über das Absorptionsvermögen humoser Medien. Landw. Jahrb. 11. Bd. 1882.
Kraft: Über Ortsteinkulturen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1891. Heft 12.
Lemke: Über die Ortsteinbildungen in der Provinz Westfalen. Inaug.-Dissert. Münster 1903.
v. Lorenz, N.: Zur Bekämpfung des Ortsteins durch kulturelle Maßregeln. Centralbl. f. d. gesamte Forstwesen. 1908, Juli.
Mayer, A.: Bleisand und Ortstein. Die landw. Vers.-Stat. 58. Bd. Heft 3 u. 4.
Meyer, L.: Verteilung der mittleren Jahrestemperatur und der Jahresniederschlagssumme von 1906. Deutsch. meteor. Jahrb. f. Württemberg. 1906.
Metzger: Einiges über die Heide in Jütland und deren Aufforstung. Münden. Forstl. Hefte. 1898. Heft 13.
Müller, P. E.: Studien über die natürlichen Humusformen. Berlin 1887.
Nagel: Der Waldbrand im Freudenstädter Forst im Jahre 1800. Ber. über d. 13. Vers. des Württemb. Forstvereins in Freudenstadt. 1894.

Erklärung der Tafel



Graphische Darstellung
der
Analysen-Resultate.

C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Beilage

zu

JAHRESHEFTE DES VEREINS FÜR VATERLÄNDISCHE NATURKUNDE IN WÜRTTEMBERG.

68. Jahrg. 1912.

Mitteilungen

der

Geologischen Abteilung

des

K. Württembergischen Statistischen Landesamts,

herausgegeben von dem

K. Württ. Statistischen Landesamt.

No. 9.

D. Geyer: Die Molluskenfauna der diluvialen und postdiluvialen Kalktuffe des Diessener Tales, eine biologisch-geologische Studie. Mit einer Einleitung über die geol. Verhältnisse des Diessener Tales und die Beziehungen zwischen den dortigen Kalktuffen zu den diluvialen Schotterterrassen des Neckartales von Axel Schmidt. Mit 2 Tafeln.

Stuttgart.
1912.

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des K. Statistischen Landesamtes.
No. 9. 1912.

Die Molluskenfauna der diluvialen und postdiluvialen Kalktuffe des Diessener Tales, eine biologisch-geologische Studie.

Von **D. Geyer**, Stuttgart.

Mit einer Einleitung über die geologischen Verhältnisse des Diessener Tales und die Beziehungen zwischen den dortigen Kalktuffen zu den diluvialen Schotterterrassen des Neckartales. (S. 1—9.)

Von **Axel Schmidt**, Stuttgart.

Mit 2 Tafeln.

Einleitung.

Kalktuffablagerungen kommen am Ostrande des Schwarzwaldes und im angrenzenden Vorlande an vielen Stellen vor, besonders im Gebiet der Nagold und des oberen Neckars, sowie dem ihrer Zuflüsse und Tributärbäche. Sie sind indessen nicht auf das eigentliche Muschelkalkgebiet allein beschränkt, wenn sie in ihm naturgemäß auch besonders zahlreich vertreten sind, sondern finden sich sogar noch in der typischen Buntsandsteinlandschaft, so im Nagoldtale bei der Ruine Waldeck (Blatt Stammheim).

Ihrem Alter nach hat man sie bisher ausnahmslos für alluvial gehalten, da der Augenschein lehrt, daß ihre Bildung meist heute noch andauert. Selbst dort, wo sie heute abgeschlossen erscheint, haben historische Funde[1] ihr jugendliches Alter bewiesen. Auch im Diessener Tale (Blatt Dornstetten-Dettingen), wo ebenso wie in dem benachbarten Glatt-Tale die als Quellhorizonte bekannten, wasserundurchlässigen Terebratelschiefer des Wellengebirges und die Röthletten die kalkbeladenen Sickerwässer zum Austritt zwingen und zur Abscheidung ihres Kalkgehaltes veranlassen, sind viele Tuffe alluvial. Dieses gilt sowohl von den zahlreichen kleinen, polsterförmig am Gehänge vorquellenden Kalktuffausscheidungen, als

[1] Siehe Erläuterungen zu Bl. Stammheim, S. 35 unten.

auch von den ausgedehnten und mächtigen, die Talsohle oft auf Kilometerlänge auskleidenden Lagern, bei denen Zweifel an dem sicher alluvialen Alter ausgeschlossen sind.

Außer diesen enthält das Diessener Tal noch zwei andere Typen von Kalktuffvorkommen; der eine stellt sich als eine kuppelförmige, über die umliegenden Alluvialbildungen hinausragende Aufwölbung dar, die meist dem einen Talhange sich anschmiegt, der andere, nur durch ein Vorkommen vertretene gehört zwar zu den Gehängetuffen, weicht aber von den alluvialen durch seine Ausdehnung ab, sowie dadurch, daß das einheitliche Lager sich aus beträchtlicher Höhe des Talhanges in unverminderter Mächtigkeit bis auf die heutige Talsohle fortsetzt. Bei den Vertretern dieser beiden Typen finden heute Kalkausscheidungen nicht mehr statt, sie sind als abgeschlossene Bildungen aufzufassen. Die Frage, ob ihnen ein höheres Alter zukommt, hat zunächst nicht entschieden werden können, sie sind vielmehr anfänglich als altalluvial aufgefaßt worden. Erst kurz vor Abschluß der Kartierung hat eine tiefgehende Aufgrabung für das eine Vorkommen den sicheren Beweis für **diluviales** Alter erbracht. Infolge der Wechselbeziehung zu den diluvialen Terrassen des Neckartales hat sich auf rein geologischer Basis das diluviale Alter noch weiter präzisieren lassen. Ehe indessen hierauf eingegangen wird, seien die geographischen und geologischen Verhältnisse des Diessener Tales in aller Kürze dargelegt, wobei ein Eingehen auf Einzelheiten sich um so eher vermeiden läßt, als die Erläuterungen des in Betracht kommenden Blattes Dornstetten-Dettingen unserer württembergischen geologischen Spezialaufnahme soeben erst zur Veröffentlichung gelangt sind und somit auf sie verwiesen werden kann.

Das von dem gleichnamigen Bach durchflossene Diessener Tal ist in die aus Hauptmuschelkalk aufgebaute Hochebene des Vorschwarzwaldes eingeschnitten und hat im allgemeinen eine WNW-OSO-Richtung. Das Quellgebiet des Baches bildet die Dettlinger Lettenkohlenscholle, die, keilförmig gestaltet, durch die südliche und östliche Randverwerfung des bekannten Freudenstädter Grabens gegen die benachbarten Hauptmuschelkalkflächen abgegrenzt ist. Dem nach ONO gerichteten Schichtenfall entsprechend, fließt das eigentliche Quellbächle zunächst auch in dieser Richtung, biegt jedoch unterhalb Dettlingen spitzwinklig um und durchbricht in südwestlicher Richtung in einem klammartig tief eingerissenen Tale, dem „Töbele", den aus Hauptmuschelkalk bestehenden

Riegel. Etwa 200 m oberhalb der Haugensteiner Mühle, wo das Sommers häufig trocken liegende Bachbett die südliche Randverwerfung verquert, liegt der eigentliche Quelltopf des Diessener Baches, der ähnlich wie der der Albbäche gleich eine so bedeutende Wassermenge führt, daß er auch im trockensten Sommer sofort Mühlen zu treiben befähigt ist. Unterhalb dieser Haugensteiner Mühle ändert der Bach seine Richtung und biegt nach Osten um. Gleichzeitig münden einige aus Südwesten von der Muschelkalkhochfläche herabkommende Trockentäler, die „Harrissentäler", die zur Zeit der Schneeschmelze und Regengüssen dem Bache nur wenig Wasser zubringen. Dagegen wird der Bach in diesem Teile seines Laufes dauernd durch die auf den wasserundurchlässigen Terebratelschiefern austretenden Sickerwässer unsichtbar verstärkt. Erst weiter talabwärts, wo der Bach tiefer ins Wellengebirge einschneidet, führen kleine Rinnsale dem Bache diese oft nicht unbedeutenden Wassermengen zu. An der oberen Diessener Sägmühle mündet wieder das meist trockenliegende Harassen-, im Orte Diessen selbst ebenfalls von Südwesten her das „Trügles"-Tal ein, dieses dem Bache dauernd geringe Wassermengen zubringend. Auch aus der nordöstlich gelegenen Hochebene kommt von der „Hülbe" ein Tal herab, das von dem Terebratelschieferhorizont abwärts ebenfalls ein kleines Rinnsal beherbergt.

Der Bach schlägt kurz oberhalb von Diessen eine rein südöstliche Richtung ein und behält diese bis zur unteren Diessener Sägmühle bei, wo ihm wieder aus Südwesten, vom Haidehof her, das Bächle des „Engerstales" beträchtliche Wassermengen zubringt. Nunmehr wird die Talaue breiter, der Bach fließt jetzt ostwärts in einem schwach nordwärts ausgebogenen Tale ab und mündet beim Dettinger Schafhause in den Neckar ein. Der Bachlauf vom Quelltopf ob der Haugensteiner Mühle bis zur Einmündung in den Neckar hat eine Länge von etwa 6,5 km, das Gefäll beträgt rund 120 m, von 515 m bis 395 m.

Vom Quelltopf bis über die obere Diessener Sägmühle hinab fließt der Bach im Wellengebirge und zwar schneidet er sich aus den obersten Schichten des mittleren Wellengebirges allmählich bis auf die liegenden Dolomite des unteren Wellengebirges ein. Etwa 600 m oberhalb Diessen hat er mit den Röthletten den oberen Buntsandstein erreicht und bleibt nunmehr in diesem Horizont bis zu seiner Mündung. Allerdings liegt seine Sohle nicht immer in diesen triadischen Schichten, sondern vielfach hat sich der Bach sein heutiges Bett in die von ihm abgesetzten alluvialen Taltuffe eingeschnitten.

Während in dem nur wenige Kilometer weiter westwärts, also Schwarzwald-einwärts liegenden Glatt-Tale, das durchaus ähnliche geologische Verhältnisse aufweist, die Sickerwässer ihren Kalkgehalt nur in Form kleiner, meist isolierter Polster hoch an den Talhängen ausgeschieden haben, in der Talsohle selbst eine Kalktuffausscheidung aber nicht erfolgt ist, sind im Diessener und dem benachbarten, von Rexingen auf Ihlingen her zum Neckar herabziehenden Tale die Tuffe nicht auf die Vorkommen am Gehänge allein beschränkt, sondern kleiden meist auf beträchtliche Längen hin die Talsohle selbst aus. Eigentliche Gehängetuffe treffen wir nur bei der Haugensteiner Mühle und östlich vom Dorfe Diessen; außerdem können diesen die meist den Trockentälern am Ausgange vorgelagerten Tuffmassen infolge ihrer äußerlich polsterförmigen Gestalt noch zugerechnet werden, wie sie sich ebenfalls unterhalb der Haugensteiner Mühle am Ausgange des von Ober-Iflingen herabziehenden Tales und am Ausgange der von der Hülbe herabkommenden, im oberen Teile trockenliegenden Klinge finden.

Taltufflagern begegnen wir schon im obersten Teil des Tales, wo von der Haugensteiner Mühle bis über die obere Diessener Sägmühle herab die Kalktuffausscheidungen in talabwärts zunehmender Mächtigkeit sich derartig abgesetzt haben, daß ihre Oberfläche auf fast Kilometerlänge beinahe horizontal liegt. Der Bach hat sich in diese ziemlich weichen Gebilde oft 8 m tief eingeschnitten. Von der unteren Diessener Sägmühle abwärts kleiden dann abermals die Taltuffe fast ohne Unterbrechung die Talsohle aus. Auch hier ist die Oberfläche auf fast Kilometerlänge horizontal. Doch wird an zwei Stellen das Talgefälle durch deutliche stufenförmige Absätze ausgeglichen, deren eine mit einer Unterbrechung der Kalktuffmassen zusammenfällt. Kurz vor der Einmündung des Baches in den Neckar sind die Tuffe, wie die noch steilen Ränder zeigen, einer ganz jugendlichen Erosion zum Opfer gefallen, so daß hier das Bachbett wieder im Buntsandstein liegt.

Der unteren Diessener Sägmühle gegenüber liegt das eine alte Kalktufflager, das aber, wie der Neubau der Straße Dettingen—Dettlingen gezeigt hat, nicht mit den Taltuffen verbunden, sondern als eine selbständige, abgeschlossene Bildung aufzufassen ist. Ein gleiches gilt auch für das Kalktufflager am Ausgange des Tales beim Dettinger Schafhause. Auch dies hängt mit den rezenten Tuffen des Tales nicht zusammen, sondern ruht auf diluvialen Neckarschottern auf. Hier-

durch ist die Möglichkeit gegeben, das Alter dieses Tuffes auf geologischem Wege festzustellen.

Ein weiteres Vorkommen eines höchstwahrscheinlich ebenfalls diluvialen Tuffes, 250 m unterhalb der oberen Diessener Sägmühle gelegen, auf dem an der Straße ein kleines eisernes Devotionskreuz steht, ist hier und in den nachfolgenden Ausführungen des Herrn D. Geyer nicht berücksichtigt, da aus ihm infolge zu großer Härte und zu geringer Ausdehnung, Schnecken nicht zu erbeuten gewesen sind.

Die geologischen Aufnahmen im Neckartale im Bereiche der abgeschlossenen Blätter Dornstetten—Dettingen, Sulz—Glatt und Rottweil, sowie vorläufige Begehungen auf den Blättern Horb, Haigerloch—Binsdorf und Oberndorf haben eine völlige Übereinstimmung in bezug auf die Höhenlage der diluvialen Schotterterrassen und deren Reste mit dem Nagoldtale ergeben. Da wir ferner für das Neckartal die gleichen Bedingungen der Terrassenbildung wie im Nagoldtale anzunehmen haben, weil alle Voraussetzungen dieselben sind, weil besonders die von der Größe und Höhenlage und Nähe des nur kleinere, isolierte diluviale Gletscher tragenden Mittelgebirges, des Schwarzwaldes abhängige Wassermenge, Gefälle und damit auch die Stoßkraft nahezu gleich gewesen ist, so werden auch die Schotterterrassen des Neckartales gleichartig und gleichzeitig entstanden sein. Für das Nagoldtal hat vor wenigen Jahren Herr Martin Schmidt[1] den Nachweis geführt, daß im Gegensatz zu den interglazial entstandenen Terrassen des Alpenvorlandes die Schotter dieses Flusses glazialer Entstehung sind. Martin Schmidt verlegt ihre Bildung speziell an das Ende der Glazialperioden, wo infolge Abnahme der Wassermengen die Stoßkraft des Flusses, die zur Zeit des Maximums der Niederschläge ausschließlich erodierend gewirkt hat, erlahmt und nur noch zur Verfrachtung der groben Gerölle und damit zur Bildung von Schotterterrassen ausreicht. Während der Interglazialzeiten ist der Fluß dazu außer stande gewesen; denn auch in der Jetztzeit, deren Klima dem der Interglazialzeiten etwa entspricht, erodieren Nagold und Neckar nicht und können nur das feine Material, aus dem die sandig-lehmigen Alluvialbildungen ihrer Talsohlen bestehen, transportieren. Selbst eintretende Hochwässer sind nicht imstande,

[1] Martin Schmidt, Erläuterungen zu Bl. Nagold, S. 39 und „Beobachtungen im Diluvium des Nagoldtales" in dem Berichte des Oberrheinischen Geologischen Vereins über die 42. Versammlung in Heidelberg, S. 91 ff.

den rezenten Abhangschutt in nennenswerter Menge wegzuführen, sondern können ihn nur in nächster Nähe ausbreiten und verteilen, wie die Zusammensetzung der alluvialen Schotter zeigt. Diese bestehen, wie Auszählungen ergeben haben, bei Horb zu 93% aus dem Material der nächsten Umgebung (Hauptmuschelkalk, Hornsteine des mittleren Muschelkalkes), während Gesteinsmaterial aus größerer Entfernung (Keuper und Weißjurakalke) sehr spärlich vertreten ist (2%). Der Rest entfällt auf den Buntsandstein, der aus dem Glattgebiet stammen muß, da er oberhalb der Glattmündung, z. B. bei Sulz fast ganz fehlt.

Wir müssen daher die Schotterterrassen des Neckartales gleichfalls als gegen das Ende der einzelnen Glazialperioden entstanden ansprechen.

Wie die Erläuterungen zu Blatt Dornstetten-Dettingen (S. 42) angeben, liegen bei Dettingen die Schotter etwa 90—100 m, 15—20 und 8—10 m über dem heutigen Neckarspiegel. Sie werden als älterer Deckenschotter, als Hoch- und Niederterrasse aufgefaßt. Jüngerer Deckenschotter, der hier offenbar fehlt, bezw. der Erosion durch die Wasser der stärksten, vorletzten (Riß-) Vereisung anheimgefallen ist, hat sich auf dem südlich anstoßenden Blatt Sulz in 55—60 m in der Nähe von Aistaig wenigstens noch in Resten erhalten. Die Übereinstimmung mit dem Nagoldtale, wo wir die einzelnen Etappen in 110—95, 65—60, 30—25 und 10—8 m über dem heutigen Flußspiegel haben, ist also eine nahezu vollständige. Die etwas geringere Höhe der höchsten und der beiden tiefsten Terrassen erklärt sich aus der örtlichen Lage, da wir bei Dettingen, wo der Neckar aus der S-N-Richtung in die WSW—ONO-Richtung umbiegt, eine Prallstelle mit stärkerer Strömung und demgemäß auch eine stärkere Wirkung der erodierenden Kraft annehmen müssen, als in geradlinig verlaufenden Talstücken.

Die Kalktuffbildungen am Ausgange des Diessener Tales ruhen auf den Schottern der Hochterrasse; sie können also unter der Voraussetzung, daß diese wie oben gezeigt, am Ende der vorletzten Vereisung abgesetzt worden sind, nicht älter sein, da sie dann der unmittelbar vorhergehenden Erosion hätten zum Opfer fallen müssen. Dadurch ist die Altersgrenze nach rückwärts gegeben.

Die Grenze nach vorwärts ergibt sich aus den Lagerungsverhältnissen selbst. Die Tuffe lagern überall gleichmäßig den Schottern auf und greifen an keiner Stelle unter sie herunter. Diese

Schotter haben die damalige Talsohle gebildet und erst später hat die Wassermenge der letzten Vereisung (Würmeiszeit) weiter erodiert und das Tal mehr eingetieft. Eine spätere, postglaziale Entstehung des Tuffes ist aber ebenfalls ausgeschlossen, denn dann hätte der Tuff Gelegenheit gehabt, sich in das weiter eingetiefte Tal vorzubauen, eine Gelegenheit, die bei der Mächtigkeit und Ausdehnung des Tufflagers sicher ausgenutzt wäre, wenn das tiefere Tal schon vorhanden gewesen wäre. Da aber der Tuff nirgends unter die Hochterrassenschotter herunterreicht, so hat ein tieferes Tal nicht bestanden. Die weitere Möglichkeit, die ins Auge zu fassen ist, daß nämlich der unterhalb der Hochterrasse abgesetzte Tuff durch die kräftige Erosion während des Maximums des letzten Eisvorstoßes, der Würmvereisung erodiert worden ist, ändert aber nichts an der Altersfrage, denn dann wäre er ebenfalls vor der Würmeiszeit entstanden. Die Möglichkeit, daß seine unter der Hochterrasse liegenden Partien aber einer postglazialen Erosion anheimgefallen sein können, ist ausgeschlossen, da die postglaziale Erosion durch Neckar und Diessener Bach nicht soweit heraufreicht, eine Quelle am Hange aber fehlt, die man sonst noch für die Erosion etwa in Anspruch nehmen könnte.

Dagegen hat die auf den Röthletten austretende Quelle, die den Tuff abgesetzt hat, sich in postglazialer Zeit einen tieferen Austrittspunkt gesucht und hier dann das junge Tufflager am Talausgange aufgebaut, in das das Bett des heutigen Diessener Bach eingeschnitten ist. Wie weit freilich dieser jüngere Tuff ins Postglazial, ins Altalluvium zurückreicht, oder ob er nur dem Jungalluvium angehört, kann auf geologischer Grundlage nicht entschieden werden. Seine Ausdehnung läßt aber wohl auf ein wahrscheinlich hohes, weit ins Postglazial zurückreichendes Alter schließen, aber zwingende geologische Beweise sind dafür nicht zu erbringen.

Dagegen können wir den Tuffkegel, auf dem das Diessener Schafhaus steht, nur dem letzten Interglazial einordnen; ihn ins Postglazial oder ein früheres Interglazial zu stellen, ist ausgeschlossen. Da dieser Tuff, der auf Grund geologischer Beweise sicher dem letzten Interglazial angehört, auch Schnecken enthält, so liegt hier die Möglichkeit vor, die Veränderungen zu studieren, die die Eiszeiten für den Molluskenbestand mit sich gebracht haben.

Zusammen 26 Arten, wovon keine lokal erloschen. Eine zugehörige Quelle ist nicht vorhanden.

Aufschluß 2 bei Diessen.

Conulus fulvus Müll.
Hyalinia nitens Mich.
Vitrea crystallina Müll.
Zonitoides nitida Müll.
Punctum pygmaeum Drap.
Patula rotundata Müll.
Acanthinula aculeata Müll.
Vallonia costata Müll.
Helix (*Isognomostoma*) *personata* Lm.
— (*Hygromia*) *hispida* L.
— — *villosa* Drap.
— (*Monacha*) *incarnata* Müll.
— (*Eulota*) *fruticum* Müll.
— (*Arianta*) *arbustorum* L.
— (*Tachea*) *hortensis* Müll.
Pupa (*Sphyradium*) *edentula* Drap.
— (*Vertigo*) *substriata* Jeffr.
— — *alpestris* Ald.
— — *pusilla* Müll.
— — *angustior* Jeffr.
Clausilia orthostoma Mke.
Cionella lubrica-Müll.
Succinea putris L.
— *oblonga* Drap.
Carychium minimum Müll.
Limnaea truncatula Müll.
Acme polita Hartm.
Pisidium pusillum Gmel.

Zusammen 28 Arten, wovon keine lokal erloschen. Ein Bach stürzt sich über die Tuffbarre.

Aufschluß 3 bei Diessen.

Vitrina diaphana Drap.
Conulus fulvus Müll.
Hyalinia cellaria Müll

Hyalinia nitens Mich.
— *lenticula* Held (*pura* auct.).
Vitrea crystallina Müll.
Punctum pygmaeum Drap.
Patula rotundata Müll.
Acanthinula aculeata Müll.
Helix (*Trigonostoma*) *obvoluta* Müll.
— (*Isognomostoma*) *personata* Lm.
— (*Hygromia*) *striolata* C. Pf. (*rufescens* Cless).
— (*Monacha*) *incarnata* Müll.
— (*Eulota*) *fruticum* Müll.
— (*Chilotrema*) *lapicida* L.
— (*Arianta*) *arbustorum* L.
— (*Tachea*) *nemoralis* L.
— — *hortensis* Müll.
Buliminus montanus Drap.
— *obscurus* Müll.
Pupa (*Torquilla*) *secale* Drap.
— (*Pupilla*) *muscorum* L.
— (*Vertigo*) *alpestris* Ald.
— — *pusilla* Müll.
Clausilia laminata Mont.
— *lineolata* Held.
— *parvula* Stud.
Cionella lubrica Müll.
Caecilianella acicula Müll.
Succinea oblonga Drap. lang, spitz.
Carychium minimum Müll.
Acme polita Hartm.

Zusammen 32 Arten, wovon keine lokal erloschen. Eine Quelle bildet fortwährend neuen Tuff.

Aufschluß 5 am Bach.

Conulus fulvus Müll.
Hyalinia nitens Mich.
— *lenticula* Held (*pura* auct.).
— *hammonis* Ström. (*radiatula* Ald.).
Vitrea crystallina Müll.
Zonitoides nitida Müll.

Punctum pygmaeum Drap.
Patula rotundata Müll.
Acanthinula aculeata Müll.
Vallonia pulchella Müll.
— *costata* Müll.
Helix (*Trigonostoma*) *obvoluta* Müll.
— (*Perforatella*) *edentula* Drap.
— (*Hygromia*) *hispida* L.
— — *villosa* Drap.
— (*Eulota*) *fruticum* Müll.
— (*Chilotrema*) *lapicida* L.
— (*Arianta*) *arbustorum* L.
— (*Tachea*) *nemoralis* L.
— — *hortensis* Müll.
— (*Helicogena*) *pomatia* L.
Pupa (*Sphyradium*) *edentula* Drap.
— (*Pupilla*) *muscorum* L.
— (*Vertigo*) *antivertigo* Drap.
— — *moulinsiana* Dupuy (*laevigata* Kok.).
— — *substriata* Jeffr.
— — *pusilla* Müll.
— — *angustior* Jeffr.
Clausilia orthostoma Mke.
— *parvula* Stud.
— *lineolata* Held.
Cionella lubrica Müll.
Succinea pfeifferi Rssm.
— *oblonga* Drap. lang, spitz.
Carychium minimum Müll.
Limnaea ovata Drap.
— *truncatula* Müll.
Planorbis carinatus var. *dubius* Hartm.
— *leucostoma* Müll. (*rotundatus* Poir.).
Acme polita Hartm.
Bythinia tentaculata L.
Lartetia suevica Geyer.

Zusammen 42 Arten, wovon 1 lokal erloschen. Der Bach hat sich in den Tuff eingenagt; die Bildung ist zum Stillstand gekommen.

Aufschluß 6c bei der Dettinger Fabrik.

Conulus fulvus Müll.
Hyalinia nitens Mich.
— *lenticula* Held (*pura* auct.).
Vitrea crystallina Müll.
Zonitoides nitida Müll.
Patula rotundata Müll.
Vallonia costata Müll.
Helix (*Trigonostoma*) *obvoluta* Müll.
— (*Isognomostoma*) *personata* Drap.
— (*Perforatella*) *edentula* Drap.
— (*Hygromia*) *hispida* L.
— (*Monacha*) *incarnata* Müll.
— (*Chilotrema*) *lapicida* L.
— (*Tachea*) *hortensis* Müll.
— (*Helicogena*) *pomatia* L.
Pupa (*Sphyradium*) *edentula* Drap.
— (*Vertigo*) *antivertigo* Drap.
— — *pusilla* Müll.
— — *angustior* Jeffr.
Clausilia parvula Stud.
— *lineolata* Held.
— *plicatula* Drap.
Cionella lubrica Müll.
Succinea putris L.
— *pfeifferi* Rssm.
Carychium minimum Müll.
Limnaea ovata Drap.
— *truncatula* Müll.
Acme polita Hartm.

Zusammen 29 Arten, wovon keine lokal erloschen. Wie bei No. 5.

In allen 5 Aufschlüssen erscheint nur einmal eine einzige lokal erloschene Art — *Vertigo moulinsiana* Dupuy —, die wir aus den Kalktuffen des Seeburger Tales, von Zwiefalten und von Gültlingen (s. 15. Geyer) und aus dem Torflager der Stuttgarter Anlagen (s. 16. Geyer) kennen. Zwei andere, *Vertigo substriata* Jeffr. und *alpestris* Ald., sind zwar rezent aus dem Muschelkalkgebiet bis jetzt auch nicht bekannt, und es ist möglich, daß es in der Gegen-

wart von ihnen nicht besetzt ist; sie erscheinen aber schon am Rande des Muschelkalklandes im Nagoldtal und bei Backnang, daß sie nicht als vollgültige Zeugen mit aufgenommen werden können.

Die Conchylienbestände dieser 5 Aufschlüsse beweisen also, daß seit ihrer Ablagerung in der Molluskenfauna des Gebietes keine wesentliche Änderung eingetreten ist. Sie ist in der Gegenwart noch dieselbe. Wir dürfen darum diese Tuffe als **junge** in Anspruch nehmen und der Nach-Eiszeit zuteilen, der Periode, die mit der Gegenwart eine Einheit bildet (vergl. Beilage I).

B. Ältere — diluviale — Kalktuffe.

Aufschluß 4 bei der unteren Diessener Sägmühle (Kreuz).

Obwohl das Tufflager von der Straße aus etwas über die Hälfte aufwärts aufgeschlossen ist, ist doch die Gelegenheit zum Sammeln sehr beschränkt. Die Terrassen des Bruches sind von Schutt und Abraum bedeckt, aus welchem nur an 2 nebeneinander liegenden Stellen kleine, kaum $^1/_2$ qm große Wände anstehenden Tuffes hervorragten. Sie enthielten zumeist nur *Belgrandia marginata*. Bessere Gelegenheit bot sich am oberen Rande des Bruches, wo eine 2—4 m hohe Wand stehen geblieben ist, aus welcher von Zeit zu Zeit Tuffsand gegraben wird (T. I Fig. II u. III).

Die harten Kalkfelsen schließen selten einen Schalenrest ein, der überdies nicht herausgemeißelt werden kann. Die zwischen und neben den festen Kalksinterpartien lagernden weichen, bröckeligen und grusigen oder mergeligen Massen aber enthalten größere und kleinere Mengen von Schalenresten und ermöglichen zu graben und zu schlämmen.

Die Zusammensetzung der Fauna, das Zahlenverhältnis und die Art, wie die Schnecken im Tuff verteilt und gelagert sind, deuten auf einen Quellabsatz am Talgehänge. Der Abfluß des Wassers verzögerte sich. Auf den Sinterterrassen bildeten sich kleine Teiche und Tümpel, mit Wasserschnecken besetzt, die frisches Wasser in langsamer Bewegung beanspruchen. Moose, niedere Kräuter, Büsche und Bäume umsäumten die Rinnsale, spendeten Schatten und erzeugten eine dünne Humusdecke auf dem Kalkschutt. Von Zeit zu Zeit erfolgten, durch reiche Niederschläge veranlaßt, oberflächliche Verrutschungen und Verschiebungen der bröckeligen Tuffmassen; das tote Laub wurde zu Haufen geschichtet und wieder bedeckt. Ein Einzugsgebiet für die Zufuhr fremder Schnecken aus dem Wald oder

den Wiesen war nicht vorhanden. Die Schnecken, die aus dem Tuff kommen, haben auch hier gelebt. Sie bilden tatsächlich die Fauna einer geschlossenen, eng begrenzten Örtlichkeit.

Von einer Quelle ist am Abhang nichts mehr zu entdecken; aber am Fuß des Tufflagers bricht mitten in den Wiesen des Tales eine starke Quelle hervor, deren Temperatur und Wasserfülle in den heißen und trockenen Sommertagen 1911 den Beweis erbrachte, daß sie primär und keinenfalls vom Diessener Bach beeinflußt ist.

Die Ausbeute des Tufflagers ergab:

Daudebardia rufa Drap. nicht selten.
Vitrina elongata Drap. sehr selten.
Conulus fulvus Müll. selten.
Hyalinia cellaria Müll. spärlich.
— *draparnaldi* Beck ziemlich häufig.
— *nitens* Mich. spärlich.
— *lenticula* Held ziemlich häufig.
— *hammonis* Ström. selten.
Vitrea (*Crystallus*) *contorta* Held spärlich.
— — *subrimata* O. Rhdt. ziemlich häufig.
— — *crystallina* Müll. häufig.
Zonitoides nitida Müll. selten.
Zonites verticillus Fér. spärlich.
Punctum pygmaeum Drap. ziemlich häufig.
Patula rotundata Müll. spärlich.
— *solaria* Mke. häufig.
Acanthinula aculeata Müll. ziemlich häufig.
Vallonia costata Müll. ziemlich selten.
Helix (*Trigonostoma*) *obvoluta* Müll. häufig.
— (*Drepanostoma*) *nautiliformis* Porro sehr selten.
— (*Hygromia*) *hispida* var. *concinna* Jeffr. sehr selten.
— — *umbrosa* Partsch sehr selten.
— (*Euomphalia*) *strigella* Drap. selten.
— (*Monacha*) *incarnata* Müll. ziemlich häufig.
— (*Eulota*) *fruticum* Müll. häufig.
— (*Chilotrema*) *lapicida* L. spärlich.
— (*Arianta*) *arbustorum* L. selten.
— (*Tachea*) *nemoralis* L. sehr selten.
— — *hortensis* Müll. ziemlich häufig.
Pupa (*Orcula*) *doliolum* Brug. spärlich.
— (*Pagodina*) *pagodula* Desmoul. nicht selten.

Pupa (*Pupilla*) *triplicata* Stud. selten.
— (*Sphyradium*) *edentula* Drap. selten.
— (*Isthmia*) *minutissima* Hartm. häufig.
— (*Vertigo*) *alpestris* Ald. selten.
— — *antivertigo* Drap. sehr selten.
— — *substriata* Jeffr. selten.
— — *pusilla* Müll. spärlich.
— — *angustior* Jeffr. spärlich.
Clausilia laminata Mont. selten.
— *parvula* Stud. selten.
— *dubia* Drap. selten.
— *ventricosa* Drap. selten.
— *plicatula* Drap. selten.
— *filograna* Ziegl. ziemlich häufig.
Cionella lubrica Müll. selten.
Succinea pfeifferi Rssm. selten.
— *oblonga* var. *elongata* A. Brn. sehr selten.
Carychium minimum Müll. sehr selten.
— *tridentatum* Risso sehr häufig.
Limnaea ovata Drap. cf. var. *rosea* Gallenst. häufig.
— *palustris* Müll. spärlich.
Planorbis planorbis L. (*marginatus* Drap.) häufig.
— *leucostoma* Müll. selten.
— *nautileus* L. sehr selten.
Acme polita Hartm. häufig.
Bythinia tentaculata L. häufig.
Belgrandia germanica Cless. sehr häufig.
Lartetia suevica Geyer sehr selten.
Valvata alpestris Küst. häufig.

Zusammen 60 Arten, davon lokal erloschen 18 = 30%.

Aufschluß 6a bei der Dettinger Fabrik (T. I Fig. I).

Der Diessener Straße entlang erhebt sich eine durch den Abbau des Werktuffes entstandene, etwa 12 m hohe, stark unterhöhlte Wand eines verlassenen Bruches, von welcher das alte Dettinger Schafhaus herunterschaut. Dieser Aufschluß und der nächste gehören dem Anscheine nach zu einem und demselben Tufflager, das bezüglich seiner Zusammensetzung dieselben Eigentümlichkeiten zeigt wie das vorhin beschriebene bei der Diessener Sägmühle. Die grusigen und mergeligen

Tuffpartien sind aber meist leer. Eine nahezu horizontale Lagerung und Schichtung läßt die Vermutung aufkommen, als hätten wir den Absatz eines Teiches oder zum wenigsten einen Bachtuff vor uns. Die Conchylienbestände aber widersprechen dieser Auffassung, wenigstens soweit es die oberen Lagen am Weg zum Schafhaus betrifft. Dort sind es reine Quellabsätze am Gehänge. Hier aber, auf der Sohle des Bruches, ist eine harte, grusige Schicht geöffnet, die stellenweise von einer Schilfbreccie und von Tuffgeröllen überlagert wird. Und in diesem Horizont konnte ein Lager von gelbem, sandigem Tuff erschlossen werden, durch das ein schwarzes Band sich zog. Es schloß eine Menge kleiner Wiesenschnecken[1] ein. Hier hat also eine Einschwemmung aus dem Tale stattgefunden, die Wiesenschnecken in großer Zahl brachte, wobei zugleich pflanzlicher Detritus mit abgesetzt wurde (das schwarze Band). Die Schnecken erhielten davon ein torfiges Aussehen.

Eine Quelle ist nicht zu bemerken; aber das Schafhaus auf dem Rücken des Tuffhügels hat einen Brunnen.

Die Ausbeute ergab:

Conulus fulvus Müll. häufig.
Hyalinia cellaria Müll. selten.
— *draparnaldi* Beck selten.
— *nitens* Mich. sehr selten.
— *hammonis* Ström. häufig.
Vitrea (*Crystallus*) *crystallina* Müll. spärlich.
Zonitoides nitida Müll. häufig.
Punctum pygmaeum Drap. selten.
Patula rotundata Müll. selten.
— *ruderata* Stud. selten.
Vallonia pulchella Müll. sehr häufig.
— — var. *enniensis* Gredl. seltener.
— *costata* Müll. sehr häufig.
Helix (*Trigonostoma*) *obvoluta* Müll. ziemlich häufig.
— (*Hygromia*) *hispida* L. ziemlich selten.
— (*Euomphalia*) *strigella* Drap. selten.
— (*Eulota*) *fruticum* Müll. ziemlich häufig.
— (*Arianta*) *arbustorum* L. selten.
— (*Tachea*) *nemoralis* L.? selten.

[1] *Zonitoides nitida*, *Vallonia pulchella*, *Hygromia hispida* typ., *Pupilla muscorum*, *Vertigo pygmaea*, *Cionella lubrica* in der großen Form nasser Standorte, *Carychium minimum*.

Helix (*Tachea*) *hortensis* Müll. selten.
Pupa (*Pupilla*) *muscorum* Müll. ziemlich häufig.
— — *triplicata* Stud. sehr selten.
— (*Sphyradium*) *edentula* Drap. selten.
— (*Vertigo*) *pygmaea* Drap. ziemlich häufig.
— — *moulinsiana* Dupuy nicht selten.
— — *antivertigo* Drap. häufig und von wechselnder Größe.
— — *substriata* Jeffr. sehr selten.
— — *pusilla* Müll. sehr selten.
— — *angustior* Jeffr. ziemlich häufig.
Clausilia laminata Mont. sehr selten.
— *dubia* Drap. sehr selten.
— *ventricosa* Drap. sehr selten.
Cionella lubrica Müll. sehr häufig, große hygrophile und kleine xerophile Formen.
Succinea pfeifferi Rssm. nicht selten.
— *oblonga* var. *elongata* A. Brn. selten.
Carychium minimum Müll. häufig.
— *tridentatum* Risso häufig.
Limnaea ovata Drap. cf. var. *rosea* Gallenst. häufig.
— *palustris* Müll. häufig und von wechselnder Größe.
— *truncatula* Müll. nicht selten; klein und spitz.
Planorbis planorbis L. (*marginatus* Drap.) häufig.
— *sibiricus* Dunker spärlich.
Acme polita Hartm. nicht selten.
Bythinia tentaculata L. häufig.
Belgrandia germanica Cless. häufig.
Lartetia suevica Geyer sehr selten.
Valvata alpestris Küst. häufig.

Zusammen 47 Arten, davon lokal erloschen 8 = 19%.

Aufschluß 6b beim Dettinger Schafhaus.

Bei günstigerem Aufschluß wäre die Ausbeute wohl eine größere gewesen. Die beiden kleinen Löcher ergaben:

Daudebardia rufa Drap. selten.
Conulus fulvus Müll. häufig.
Hyalinia draparnaldi Beck selten.
— *nitens* Mich. spärlich.
Vitrea (*Crystallus*) *subrimata* O. Rhdt. spärlich.

Vitrea (*Crystallus*) *crystallina* Müll. häufig.
Punctum pygmaeum Drap. häufig.
Patula rotundata Müll. häufig.
— *solaria* Mke. häufig.
Acanthinula aculeata Müll. nicht selten.
Vallonia costata Müll. nicht selten.
Helix (*Trigonostoma*) *obvoluta* Müll. spärlich.
— (*Monacho*) *incarnata* Müll. spärlich.
— (*Eulota*) *fruticum* Müll. nicht selten.
Pupa (*Pagodina*) *pagodula* Desmoul. nicht selten.
— (*Pupilla*) *muscorum* Müll. selten.
— — *triplicata* Stud. selten.
— (*Sphyradium*) *edentula* Drap. selten.
— (*Isthmia*) *minutissima* Hartm. häufig.
— (*Vertigo*) *antivertigo* Drap. häufig.
— — *pusilla* Müll. spärlich.
— — *angustior* Jeffr. häufig.
Clausilia laminata Mont. selten.
— *dubia* Drap. selten.
— *ventricosa* Drap. selten.
— *lineolata* Held selten.
Cionella lubrica Müll. häufig.
Carychium minimum Müll. selten.
— *tridentatum* Risso häufig.
Planorbis planorbis L. (*marginatus* Drap.) selten.
Acme polita Hartm. häufig.
Belgrandia germanica Cless. spärlich.

Zusammen 32 Arten, davon lokal erloschen 8 = 25 %.

Die Molluskenbestände von No. 4, Diessener Sägmühle, und 6b, Dettinger Schafhaus, gleichen sich in den charakteristischen Zügen. Sie sind gleich alt. Ob auch 6a, Dettinger Fabrik, in dieselbe Periode fällt, ist fraglich. Der Schneckenbestand an sich mit 19 % lokal erloschenen Arten im Gegensatz zu 25 und 30 % der beiden andern Aufschlüsse läßt diese Ablagerung jünger erscheinen. Allein es ist zu beachten, daß die Fossilien nur aus einer einzigen Schichte, und zwar der untersten, gesammelt werden konnten, wo Einschwemmungen aus dem Talgrund stattgefunden hatten; bei 4 und 6b sind aber keine Einschwemmungen wahrzunehmen. Die eingeschwemmten Formen aber haben auf den Wiesen unter anderen biologischen Vor-

aussetzungen gelebt als die Schnecken in der Umgebung der Tuffquelle. Wir müssen also hier einen andern Maßstab anlegen. Dieser Maßstab fehlt uns aber zurzeit noch. Er läßt sich erst gewinnen, wenn wir zeitlich verschiedene Ablagerungen mit Wiesenschnecken miteinander vergleichen können, so wie wir in vorliegender Arbeit Kalktuffschnecken vergleichen können. Aus den Lagerungsverhältnissen glaube ich auf gleiche Entstehungszeit für alle älteren Ablagerungen schließen zu dürfen, um aber eine möglichst sichere Grundlage für die Schlußfolgerungen zu gewinnen, schließe ich den Aufschluß 6a bei der Dettinger Fabrik aus der biologischen und geographischen Besprechung aus und fasse unter den älteren Tuffen des Diessener Tales nur die beiden Aufschlüsse 4 (Diessener Sägmühle) und 6b (Dettinger Schafhaus) zusammen.

II. Biologische Analyse.

a.

Die von der Systematik unter einem Speziesnamen zusammengefaßten Formenkreise sind nicht gleich groß und weit. Während eine Art (*Helix personata, holoserica*) innerhalb Zentraleuropas sich kaum verändert, löst sich eine andere in zahllose Formengruppen auf. Eine Art ist konstant, eine andere variabel. Die Ursachen können im Tier selbst oder in seiner Umgebung oder in seiner Geschichte zu suchen sein. Die konstante Art hat die Fähigkeit, wechselnden Verhältnissen sich anzupassen, nicht; die variable vermag es, in verschiedenartige Außenverhältnisse sich zu fügen, und diese Fähigkeit hat es ihr ermöglicht, dem Wechsel der biologischen und klimatischen Verhältnisse im Diluvium und Alluvium stand zu halten. Sie kann sich verändern, anpassen, Rassen und Varietäten bilden. Diese sind zunächst die Produkte eigenartiger Standortsverhältnisse = biologische Rassen (Standortsformen). Als solche sind sie stets von den biologischen Zuständen ihres Standortes abhängig (Wiesen-, Busch-, Waldrassen etc. bei *Helix arbustorum*). In größerem Maßstab führen geognostische und klimatiches Einflüsse, vielleicht auf geologischem Hintergrund, zu geographischen Rassen (bei *Helix pomatia*). Es ist aber auch möglich, daß eine in früheren Zeiten unter dem Einfluß des Standorts und des Klimas erworbene Eigenart sich bis zu einem gewissen Grad verfestigt und im Wechsel der Zeiten unter neuen Einwirkungen sich nicht ganz wieder verloren hat und jetzt mehr oder weniger unab-

hängig von den biologischen Verhältnissen der Gegenwart in einer Lokalform (oder geographischen Rasse) sich erhält (die Glazialformen, z. B. *Valvata alpestris*). Zu unterscheiden davon sind die Relikte, die in einer geologischen Periode unter bestimmten klimatischen Verhältnissen eingewandert, auch bei geändertem Klima an geeigneten Standorten sich erhalten haben.

Für den Geologen ergeben sich hieraus besondere Schwierigkeiten und Aufgaben. Er sucht von den Fossilien auf die Zeit und das Klima der Ablagerung zu schließen. Dabei darf er nicht schlechthin Art für Art nehmen; er muß sich vielmehr dazu verstehen, die Rassen zu berücksichtigen. Andernfalls laufen seine Versuche auf ein Tasten im Dunkeln hinaus. Die konstante Art weist zwar, wo sie vorkommt, so ziemlich auf dieselben biologischen und klimatischen Faktoren hin; aber die variablen Formen, die, wie *Helix arbustorum, hispida, striolata, Cionella lubrica, Succinea oblonga* in allen diluvialen und postdiluvialen Ablagerungen infolge ihrer großen Anpassungsfähigkeit die größte Rolle spielen, können irre führen, wenn sie nicht auf ihre Rasse untersucht werden. Die Schlußfolgerungen, die an sie geknüpft werden, verschieben sich ins Gegenteil, je nachdem sie sich auf diese oder jene Rasse derselben Art gründen[1]. Es zeugt deshalb von wenig Einsicht in die Schwierigkeit der Materie, wenn über das Hereinziehen der Varietäten geklagt wird und damit die Rassen gemeint sind. Im Gegenteil. Wären wir doch erst so weit, die Rassen alle zu kennen. Die

---

[1] Beispiele, schematisch skizziert:

1. *Helix arbustorum* L.
   a) groß und dickschalig weist auf Wassernähe, leichte Deckung durch Gebüsch, mäßigen Lichtzutritt mit Wärmeentwicklung,
   b) groß und dünnschalig weist auf nassen Standort, dichte Deckung durch Gebüsch und Krautpflanzen, tiefen Schatten, kühle Temperatur,
   c) klein und dickschalig weist auf offene Wiesen ohne Büsche und Bäume, Gruppen von Krautpflanzen, ungehinderten Zutritt der Sonnenstrahlen (warmer Standort),
   d) klein und dünnschalig weist auf offene Wiesen ohne Gebüsch und Krautpflanzen in alpinen Höhen

   etc.

2. *Cionella lubrica* Müll.
   a) forma *typica* weist auf feuchten, dunklen Standort im Gebüsch am Wasser,
   b) var. *exigua* Mke. weist auf trockenen Standort im Grase sonniger Abhänge und im Mulm der Felsen.

Geologie hätte den Gewinn davon. Die Versuche, die aus morphologischen, biologischen und geographischen Gründen ausgeschiedenen Rassen, Varietäten und Arten zusammenzuwerfen, können nicht scharf genug zurückgewiesen werden[1].

Es kommt aber noch ein Zweites in Betracht. Die rein geographischen Verbreitungsangaben, wie sie uns bis heute zur Verfügung stehen, genügen allein nicht als Grundlage für die Ermittlung des Klimas, unter welchem eine Art zu leben vermag. An der Südseite eines Albfelsens sitzen beispielsweise die wärmeliebenden Südeuropäer *Buliminus detritus*, *Pupa frumentum*, *sterri* etc., während 10 m davon die Nordseite ein Refugium für Glazialrelikte bildet. Oder: Clessin gibt (5. S. 255) von *Pupa gredleri*, der rezenten Form von *Pupa columella* aus dem Löß, die „Dolomitfelsen in Tirol" als Standort an. Bei 1500 m, wo sie zu finden sein soll, würde es sich bei Südexposition noch um ein wärmeliebendes, bei Nordexposition um ein wärmescheues Tier handeln. Die Exposition gibt auch hier den Ausschlag. Für eine Untersuchung des Klimas der Lößperiode wäre es aber von Wichtigkeit, hierüber genauer Bescheid zu erfahren. Klima und Jahrestemperatur helfen in solchen Fällen nicht weiter. Es hat also zur geographischen Bezeichnung noch die biologische Charakteristik zu treten, welche das Verständnis für das geographische Verhalten erst erschließt.

b.

Vergegenwärtigen wir uns zuerst die Örtlichkeiten, an welchen sich Kalktuff am Gehänge bildet, und die biologischen Verhältnisse, unter welchen sich das Molluskenleben dort gestaltet.

Kalktuffe können erstlich nur auf oder in der Nähe einer Kalkformation entstehen. Damit sind für das Molluskenleben all die günstigen Verhältnisse gegeben, die als bekannt vorausgesetzt werden dürfen (vergl. 18. Geyer S. 207 ff).

Zum Kalk tritt sodann das Wasser der Quelle. Infolge der leichten Zerstörbarkeit des Kalkes durch Wasser nagt sich die

[1] Das stärkste Stück liefert Bollinger (Zur Gastropodenfauna von Basel u. Umgebung, Inaug.-Diss., Basel 1909). S. 165 f. wirft er *Valvata piscinalis* Müll., *antiqua* Sow., *fluviatilis* Colbeau und *alpestris* Küst. zusammen und überläßt es „den Tausendkünstlern unter den modernen Biologen, solche Dinge auszuklügeln", und S. 98 f. zieht er *Acanthinula lamellata* Jeffr. und *harpa* Say zusammen, ohne eine von beiden gesehen zu haben.

Quelle tiefer und tiefer in den Bruchrand der Kalkformation ein, aus dem sie tritt, und schafft sich zuletzt eine größere oder kleinere Bucht oder Schlucht, die der Sonne und dem Wind entzogen ist. Unter dem Mundloch baut die kalkführende Quelle einen Tuffkegel auf, über welchen das Wasser in Kaskaden hinabstürzt und in zahlreichen kleinen Rinnsalen hinabgleitet. Die Luft erfüllt sich mit Wasserdampf, und das im Sommer wie im Winter in gleicher Temperatur austretende Wasser (etwa + 9 ° C) mäßigt die Extreme der Lufttemperatur und verhindert die Trockenheit.

Eine üppige Baum-, Busch- und Krautvegetation entsprießt dem kalkreichen Boden, der von totem Laub und pflanzlichem Detritus bedeckt sich bald mit Humus anreichert, und über der feuchtschwangeren Schlucht schließen sich die Baumkronen zum schützenden Dach: Deckung im Sommer durch Bäume, Gebüsch und Kräuter, Deckung im Winter durch Laub; Erwärmung infolge der Zersetzung der pflanzlichen Reste. Futter steht für jeden Anspruch zur Verfügung. Die Trockenheit des Sommers, die zur Unterbrechung der Lebenstätigkeiten führen könnte, ist nicht zu fürchten. Was Wunder, daß die kleinen Tuffwildnisse eine große Anziehungskraft auf Schnecken ausüben. Nirgends drängen sich darum auch auf kleinem Raume so viele Arten zusammen (vergl. Beilage II); nirgends ist auf dem Lande der Reichtum an Individuen größer.

Nach den biologischen Beziehungen scheidet sich die im Tuffgebiet durch die natürlichen Verhältnisse zusammengeführte Fauna in drei ungleich große Gruppen. In der Talschlucht und am Tuffhügel vereinigen sich in erster Linie wärmescheue und hygrophile Arten, und diese sind zumeist Bodentiere, an eine ganz bestimmte niedere Temperatur gebunden. Diese Temperatur ist aber, wie schon angedeutet, durch den Einfluß des Wassers und die Deckung auch eine möglichst konstante. In dieser Beziehung nähern sich die Bodenschnecken den Höhlen- und Wasserbewohnern. In steter Berührung mit dem Wasser halten sich die hygrophilen Arten an das Moos und Gras, an Blätter und pflanzlichen Detritus. Mit der Entfernung vom Wasser suchen die Tiere Schutz im toten Laub, zwischen kleinen und großen Steinen, ohne daß sie ausschließlich an die eine oder andere Deckungsmöglichkeit gebunden wären.

Die Krautpflanzen, das Gebüsch und die Bäume ziehen zumeist indirekt durch ihr totes Laub an. Eine direkte Anziehung als

Futterpflanze kommt vielleicht für eine beschränkte Anzahl von Kräutern in Betracht, auf welche die Tiere klettern. Am Stamme der Sträucher und Bäume werden die kleinen Flechten und Algen abgeweidet; aber die Tiere wagen sich nicht weit vom Boden, und mit Ausnahme von *Eulota fruticum* und den Tacheen werden die Holzgewächse nicht dazu benutzt, der feuchtkühlen Temperatur, wie sie vom Wasser und vom Boden ausgeht, sich zu entziehen und anderen biologischen Einflüssen sich auszusetzen. *Eulota fruticum* und *Tachea hortensis* bilden in ihren Ansprüchen an mäßiges Licht verbunden mit der Wärme und in ihrer größeren Unabhängigkeit vom Wasser und seinen Einflüssen für sich die biologische Gruppe der Buschbewohner unter den Schnecken der Tuffbezirke. *Arianta arbustorum* ist trotz ihres Namens ein Bodentier; *Tachea nemoralis* liebt noch mehr Wärme als *hortensis* und bleibt den Tuffschluchten nahezu ferne.

Der Hintergrund der Tuffwildnis wird von den Felsen gebildet, aus denen die Quelle tritt. Zu beiden Seiten des abziehenden Wassers erheben sich die der Zerstörung noch nicht anheimgefallenen Kanten und Trümmer der anstehenden Formation. Sie sind der Sonne ausgesetzt, und das Kalkgestein nimmt mehr Wärme auf als Sand- und Urgestein; darum beherbergt es an den exponiertesten Stellen unter Gras und im Mulm kleine Kolonien wärmeliebender Mollusken, deren leere Schalen vom Regen in das Tuffgewässer geschwemmt werden und zusammen mit den Anwohnern des Wassers in den Sedimenten zur Ablagerung kommen.

Die angedeuteten Verhältnisse führen dazu, daß die Tuffbezirke, wie alle Schluchten und geschützten Winkel eines Gebirges, zu Refugien für Glazialrelikte werden. Die an einen bestimmten niederen Wärmegrad angepaßten Tiere, die sich bei der Zunahme der Wärme im Postglazial in die Gebirge zurückzogen, fanden nicht auf den Höhen, wo sie den Extremen der Witterung, vor allem der Trockenheit und der Sonne ausgesetzt wären, einen Stützpunkt auf dem Rückzug, sondern in den tiefen und engen Einschnitten des Gebirgskörpers, wo Wasser und Vegetation (Deckung) eine niedere, konstante Temperatur herbeiführen. So erklärt es sich, weshalb die bekanntesten Glazialrelikte unter unsern Schnecken (*Pupa doliolum, substriata, alpestris, Clausilia filograna*) in den Schluchten der mittleren Alb und in der Umgebung der Tuffquellen vorkommen. Hier bildet die Nachhut der abziehenden Glazialfauna isolierte Posten, durch große Zwischenräume von der Hauptmacht getrennt.

In den alluvialen und rezenten Tufflagern des Diessener Tales, des Glatt-Tales und der Albtäler, über die zum Teil schon berichtet wurde (s. 15. Geyer), wiederholen sich dieselben Arten, die auch den Stamm der Molluskenbevölkerung unserer Gebirgsschluchten und engen Täler — nicht der Wiesentäler — bilden. Sie lassen sich zahlenmäßig vergleichen, wenn die Verzeichnisse, die in den Jahresheften des Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg gegeben wurden (1890 S. 67, 1903 S. 316, 1907 S. 432—434) zugrunde gelegt werden. Lokale Unterschiede müssen sich naturgemäß geltend machen; aber die Hauptmasse setzt sich aus hygrophilen, wärmescheuen Arten und Bodentieren zusammen; einzelne geben sich als Glazialrelikte zu erkennen (vergl. Beilage II). Bei Bachtuffen, „Auetravertinen" und ähnlichen Talbildungen ist selbstverständlich mit Einschwemmungen, namentlich aus Wiesen und Wäldern zu rechnen; ihre Conchylienbestände bilden daher, wie Wüst richtig bemerkt (38. S. 179), keine Molluskenfauna, weder im geographischen noch im biologischen Sinne.

In den diluvialen Tufflagern, die uns hier allein eingehend beschäftigen sollen, tritt uns dagegen eine Lokalfauna entgegen, wie sie unter den gekennzeichneten biologischen Verhältnissen zustande kommen mußte. Der Zufall spielte in der Auswahl der Arten so wenig eine Rolle wie das Wasser in ihrer Anordnung. Einschwemmungen von fremdem Material, aus Gruppen, die unter anderen biologischen Voraussetzungen gelebt haben, sind, abgesehen vom Aufschluß 6a bei der Dettinger Fabrik, nicht nachzuweisen. Sie hätten im Quelltuff am Gehänge auch nur in geringem Maße erfolgen können, weil kein Hinterland als Bezugs- und Einzugsgebiet vorhanden war.

Nach biologischen Rücksichten geordnet, gruppiert sich die Fauna des Aufschlusses 4 bei der unteren Diessener Sägmühle folgendermaßen, wobei es als selbstverständlich vorausgesetzt wird, daß die Tiere eine gewisse Freiheit in der Wahl des Standortes haben.

I. Von den Landschnecken leben (hygrophile, wärmescheue Bodentiere):

1. in unmittelbarer Nähe des Wassers und noch in Berührung mit demselben: *Zonitoides nitida, Succinea pfeifferi, oblonga* var. *elongata* am Rande stehender und langsam fließender Gewässer, *Carychium minimum* und *tridentatum* an pflanzlichem Detritus, *Daudebardia rufa* in der Nähe der Quellen;

2. in nassem Moos und Gras: *Conulus fulvus*, *Pupa antivertigo* und *angustior*; *Pupa moulinsiana* an Schilfstengeln.
3. im Mulm und zwischen kleinen Pflanzenresten in der Nähe des Wassers: *Vitrina elongata*, *Hyalinia lenticula*, *hammonis*, *Vitrea contorta*, *subrimata*, *crystallina*, *Punctum pygmaeum*, *Vallonia costata*, *Acanthinula aculeata*, *Pupa doliolum*, *pagodula*, *Clausilia filograna*, *Cionella lubrica* f. *typica*, *Acme polita*;
4. zwischen Gestein, auch in einiger Entfernung vom Wasser: *Hyalinia cellaria*, *draparnaldi*, *nitens*, *Patula rotundata*, *ruderata*, *solaria*, *Helix obvoluta*, *nautiliformis*, *lapicida*, *Clausilia ventricosa*;
5. im toten Laub und unter Krautpflanzen: *Helix arbustorum* auf nassem Boden, *hispida*, *incarnata* auf trockenem Grund, *Pupa edentula*;
6. im Gebüsch:
   a) am Boden, nicht aufsteigend: *Zonites verticillus*, *Helix umbrosa*, *arbustorum*;
   b) bei Regen aufsteigend (Busch- und Baumtiere): *Helix fruticum*, *hortensis*, *nemoralis*, *Clausilia plicatula*, *dubia*;
7. auf trockenem Felsgrund:
   a) an der Schattenseite im Moos (wärmescheue Tiere): *Pupa alpestris*, *substriata*, *pusilla*; im Gestein (wärmeertragende Tiere): *Helix lapicida*, *Clausilia parvula*;
   b) an der Sonnenseite im Mulm (wärmeliebende Tiere): *Pupa triplicata*, *minutissima*, *Cionella lubrica* var. *exigua* (= *minima*); im Grase: *Helix strigella*.

II. Von der Wasserschnecke leben:
1. in den Quellen der Kalkgebirge: *Lartetia suevica*, *Belgrandia*;
2. im langsamen Abfluß frischer Gebirgsquellen und in Gebirgsseen: *Limnaea ovata*, *Bythinia tentaculata*, *Limnaea ovata*;
3. in Gräben und Teichen: *Limnaea palustris*, die *Planorben* und *Bythinia tentaculata*.

In der Umgebung einer Tuffquelle der Diluvialzeit, sei es im Inter- oder Postglazial, konnten aber ebensogut wie heute bei fortschreitender Erhöhung der Durchschnittstemperatur die Vertreter einer früheren kälteren Periode neben den Angehörigen der neuen

Zeit sich halten und die Rolle von Relikten führen. Ähnlich wie die Wassermollusken wurden die stenothermen, an niedere Temperaturen angepaßten Tiere an ihrem durchfeuchteten, allseitig geschützten Standort von Temperaturschwankungen und Klimaveränderungen nicht in derselben Weise beeinflußt wie die übrigen Landschnecken. Sie folgten den Oszillationen langsam und in kleinen Ausschlägen nach. Ein pünktliches Reagieren war ihnen nicht möglich. Das ist zu berücksichtigen und beeinträchtigt ihren Wert, wenn sie zur Grundlage von Untersuchungen über das Klima gemacht werden. Wir dürfen nicht ohne weiteres annehmen, daß der ganze Conchylienbestand eines Tufflagers zur herrschenden Fauna der Ablagerungszeit gehöre. Schwer, ja unmöglich ist es aber, festzustellen, wie viele Reste einer früheren Periode darin enthalten sind. Wenn wir aber das Bild der Entstehungszeit zu zeichnen versuchen, treten sie uns störend in den Weg. Es wollen immer einige Widerspenstige nicht in den Rahmen passen.

III. Geographische Analyse.

(Mit faunistischen Bemerkungen.)

a.

Wenn von lokal oder im Gebiet erloschenen Arten die Rede ist, so wird unter dem „Gebiet" ein durch geologische, geographische und biologische Eigentümlichkeiten charakterisierter Landschaftstypus ins Auge gefaßt, der auch in faunistischer Hinsicht gezeichnet und abgegrenzt werden kann. Für die Mollusken haben wir in Württemberg schon längst besondere Zonen ausgeschieden (1. Schwarzwald: Urgebirge und Buntsandstein; 2. Ebenenland: Muschelkalk und Lettenkohle; 3. Hügelland: Keuper; 4. Albvorland: Lias; 5. Alb: Jura; 6. Oberschwaben: Moränengebiet). Im vorliegenden Fall handelt es sich um das Muschelkalkland, das vom Neckarursprung an in nördlicher Richtung zuerst als ein schmaler Streifen dem Schwarzwald entlang zieht, im Norden sich aber zu einer ausgedehnten Ebene erweitert, von tief eingeschnittenen Tälern mit steilen Wänden durchfurcht ist und die mildesten Gegenden des Landes einschließt. Es ist ein durchlässiges Kalkland mit größter Abwechslung in der Bepflanzung. Seine Molluskenfauna schließt sich an diejenige der Alb an; die kalkholden, Wärme und Trockenheit liebenden Arten treten in starker Entwicklung auf. Am oberen Neckar ist die Fauna in einzelnen Zügen vom

Schwarzwald und von der Alb her beeinflußt. Die Außenposten der subalpinen Fauna *(Hygromia edentula, villosa, Pupa dolium, Acme lineata)* stehen in unmittelbarer Nähe. Glücklicherweise gehört Württemberg zu den nach Weichtieren am besten durchforschten Gebieten Deutschlands, so daß wir uns mit möglichster Sicherheit auf die Verbreitungsangaben verlassen können.

In der Fassung als schwäbisches Muschelkalkland sind dem „Gebiet" die engsten Grenzen gezogen; aber es wurde damit eine einheitliche Grundlage für die Behandlung aller „erloschenen" Arten gewonnen. Der Schwarzwald und der Keuper hätten mit einbezogen werden können, da die erloschenen Arten auch dort sich nicht finden. Das „Gebiet" wäre dadurch wesentlich vergrößert und vielleicht der Eindruck eines größeren Rückzugs der abgewanderten Arten erweckt worden; allein es wären 3 Zonen von biologischer und faunistischer Eigenart und Selbständigkeit vereint worden, und es ist von großem Wert, wenn wir in dem Gebiet, von welchem aus die Verschiebungen in der Verbreitung sollen beurteilt und gemessen werden, eine biogeographische Einheit als Grundlage haben.

b.

1. *Daudebardia rufa* Drap. lebt in Gebirgsgegenden am Rande von Quellen. In Württemberg wurde bis jetzt nur ein einziges rezentes Exemplar in den Anspülungen der Argen in der Nähe des Bodensees gefunden. Ihr Verbreitungsgebiet weist große Lücken auf. Eine solche liegt in Südwestdeutschland und wird eingeschlossen von einer Linie, welche von Lindau nach Augsburg, Würzburg, Aschaffenburg, Hanau, Heidelberg, durch das Elsaß nach Basel und wieder zurück zum Bodensee geht. Die Seltenheit der Schnecke läßt übrigens kein klares Bild von ihrer Verbreitung gewinnen. In Deutschland erreicht sie jedoch ihre Westgrenze; die Ostgrenze liegt im Kaukasus; südlich reicht sie bis Ostalgerien. Dem Hochgebirge fehlt sie. Das Zentrum der Verbreitung liegt demnach in Südosteuropa.

Fossil[1]: im Kalktuff von Weimar und Streitberg.

2. *Vitrina elongata* Drap. tritt in den Gebirgen Süd- und Mitteldeutschlands sporadisch auf (in den engen Albtälern bei Urach, bei Ravensburg in Oberschwaben und in der bayrischen Hochebene), ist

[1] Bei den Angaben über fossiles Vorkommen wurden meist nur die Kalktuffe berücksichtigt.

in den Alpen häufiger, wo sie bis 2500 m emporsteigt. In der Schweiz soll sie fehlen, geht aber ostwärts bis Siebenbürgen.

Fossil: Cannstatt, Taubach, Brüheim, Franzensbad.

3. *Hyalinia draparnaldi* Beck (s. T. II Fig. 12, 13) ist eine südliche Schnecke und erstreckt sich von Gibraltar bis Rumänien und kommt wieder in Armenien und Kurdistan vor. In den Alpen ist sie an die Talregionen gebunden. Die Nordgrenze geht durch das südliche Elsaß und Baden zum Bodensee und nach Augsburg und München. Sie wird viel in die Gärtnereien verschleppt (var. *septentrionalis* Bgt.) und gelangt von dort ins Freie (Stuttgart). Angaben über das Vorkommen in Norddeutschland sind in diesem Sinne aufzufassen.

Fossil: Franzensbad.

4. *Vitrea (Crystallus) contorta* Mke. und *subrimata* O. Rhdt. fasse ich hier zusammen, weil sie in der Literatur nicht immer unterschieden, sondern meist als *diaphana* Stud. aufgeführt sind. Die Formen unserer Kalktuffe sind nicht restlos zu scheiden, weil der Nabel oft mit einer Kalkkruste bedeckt ist. Beide Arten leben verborgen im Moos und Mulm felsiger, schluchtenartiger Gebirgstäler und steigen bis zu 2000 und 2200 m in den Alpen auf. *Vitrea subrimata* gehört den Ostalpen an und reicht nach Serbien und Bosnien; die Westgrenze ist nicht festgestellt; *diaphana*, womit in der Regel beide Arten gemeint sein dürften, breitet sich zwischen Rumänien, Skandinavien, England, Frankreich, Korsika und Dalmatien aus. In Deutschland kommen die schlesischen Gebirge, der Harz, Thüringen, Nassau, die Schwäbische Alb und das Vorland der Alpen in Betracht. Beide Arten fehlen also innerhalb des Reiches auf großen Strecken.

Fossil: *subrimata* bei Weimar und Taubach; *diaphana* bei Weimar, Taubach, Streitberg, Schwanebeck.

5. *Zonites verticillus* Fér. (s. T. II Fig. 1, 2) wird beim Graben in den Kalktuffen nicht selten angetroffen; da er aber ziemlich dünnschalig ist, gelingt es nur selten, einigermaßen vollständige Schalen zu erhalten. Unsere Exemplare entsprechen nicht nur der Diagnose Sandberger's (S. 934), der *Z. verticillus* neben *acieformis* Klein (S. 858) beschreibt und abbildet (T. XXXIV Fig. 17 und 18), sondern sie stimmen auch völlig in allen Einzelheiten mit dem rezenten *verticillus* überein, der mir in zahlreichen Exemplaren von verschiedenen Fundorten vorliegt. Ich betone das ausdrücklich, um jeder Vermutung, als könnten vielleicht *acieformis* Klein oder

subangularis Sdb. (= *praecursor* Weiss) herangezogen werden müssen, von vornherein zu begegnen[1]. Dieselbe Form erhielt ich auch durch Herrn Paalzow in Nürnberg aus dem Kalktuff von Streitberg in der fränkischen Schweiz. Die Art ist in der Jugend mit einem deutlich abgesetzten Kiel ausgestattet, der wie ein derber Faden die Naht begleitet, bald stärker bald schwächer hervortritt, oder vom nachfolgenden Umgang ganz bedeckt wird und auf dem letzten Umgang allmählich verschwindet. Unvollendete Exemplare können einen *acieformis* vortäuschen, wenn man die Berippung außer acht läßt.

Die Art gehört den Ostalpen an. Ihre Westgrenze erreicht die Grenze Bayerns bei Schellenberg (Berchtesgaden) und Passau.

6. *Patula solaria* Mke. (s. T. II Fig. 6, 7) erstreckt sich von Siebenbürgen durch Nordungarn und die Ostalpen bis zum Inn. Bei Heinrichau und auf dem Gipfel des Zobten in Schlesien, an der Ruine Hammerstein bei Reichenberg in Böhmen und in der Südostecke Bayerns jenseits des Inn stehen die westlichsten Außenposten.

Fossil: Weimar, Taubach, Brüheim, Cannstatt, Streitberg.

7. *Helix (Trigonostoma) obvoluta* Müll. erscheint in einer kleineren und einer größeren Form.

8. Auffallend ist das Fehlen von *Helix (Isognomostoma) personata* Lm. Nach ihrem biologischen Verhalten und ihrer geographischen Verbreitung hätte sie im Tuff erwartet werden können. Wüst gibt sie aus seinem Conchylienbestand b an, der mit dem Diessener die meiste Ähnlichkeit hat.

9. *Helix (Drepanostoma) nautiliformis* Porro (s. T. II Fig. 10, 11). Vor etlichen Jahren schon fand Herr Spandel in Nürnberg das erste fossile Exemplar dieser seltenen Schnecke im Kalktuff von Streitberg, und bald darauf erbeutete Herr Paalzow

[1] Wie Weiss (S. 48 unten) zu der Behauptung kommt, daß *Z. acieformis* Klein auf ein zu *Campylaea banatica* gehöriges Fragment eines großen Exemplars zu deuten sei, das Klein zu seiner Abbildung benützt habe, verstehe ich nicht. So leichtfertig hat Klein nicht gearbeitet, und so oberflächlich ist Sandberger nicht verfahren, der S. 859 ausdrücklich von *acieformis* sagt „das abgebildete Exemplar in der K. Naturalien-Sammlung zu Stuttgart". Tatsächlich liegen auch in dieser Sammlung 3 von Klein stammende Exemplare, die jetzt leider — damit bin ich mit Weiss vollständig einverstanden — den ganz überflüssigen und zudem unberechtigten Namen *praecursor* Weiss führen. Sie sind unter sich nicht ganz gleich; aber 2 davon stellen durch Berippung und Kiel eine von den rezenten Arten abweichende Form dar, den *acieformis* Klein; das 3. Exemplar ist ein unvollendeter *verticillus*, den ich bei Cannstatt auch fand, ohne daß es mir gelungen ist, einen *acieformis* zu erbeuten.

dort vier tadellose Stücke. Bestimmt wurden die Exemplare von O. Boettger. Herr Paalzow, der seine Exemplare an die Naturhistorische Gesellschaft in Nürnberg abgegeben hat, ermächtigte mich brieflich, von seinen Funden der Öffentlichkeit Kenntnis zu geben. Mir fielen bei der Diessener Sägmühle auch nur zwei vollständig erhaltene Exemplare in die Hände neben zwei unvollendeten. Die Schnecke ist auch da selten, wie sie es heute noch am Südfuß der Alpen, in ihrem jetzigen Verbreitungsgebiet, ist. Groß scheint dieses nicht zu sein; Westerlund gibt (Fauna II S. 28) die Lombardei an. Der nächste Standort ist noch auf schweizerischem Boden bei Lugano (Nachrichtsbl. deutsch. mal. Ges. 1911 S. 134). Aus Südtirol wird sie nicht angegeben.

10. *Helix (Hygromia) hispida* var. *concinna* Jeffr. Mit der vorliegenden Form begeben wir uns auf ein unsicheres Gebiet, da die Art sich in viele Varietäten und biologische Rassen auflöst, die in der Literatur eine verschiedene Behandlung erfahren haben. Zunächst steht jedoch fest, daß wir die hier fossil vorkommende Form in Württemberg rezent nicht haben, obwohl ich selbst wiederholt nach Clessin's Vorgang die kleinen, scheibenförmig niedergedrückten, weitgenabelten, in den Tälern des Schwarzwaldes und der Alb vorkommenden Formen als *concinna* aufgezählt habe. Sie dürften aber zu *nebulata* Mke. zu stellen sein. Dagegen erhielt ich von Herrn Scharff in Dublin irische Exemplare von *concinna*, die nach Größe und Form der Diagnose entsprechen, und an diese schließen sich unsere Diessener Exemplare an. Die Größe der letzteren kann zwar nicht mehr festgestellt werden, da keines der Exemplare vollständig erhalten ist; aber die 7 mm Durchmesser der Bruchstücke lassen erkennen, daß die 9 mm, welche Westerlund (Fauna II S. 36) als Maximum angibt, erreicht wurden; die „Anwachsrippchen" (Sandberger) sind derber als bei *hispida typica*, die Haargruben deutlich.

Was mich bestimmt, der Form diese Beachtung zu schenken, ist die Entdeckung, daß gerade sie auch in anderen diluvialen Ablagerungen vorkommt. So fand ich übereinstimmende Exemplare im Kalktuff des Rieter Tales bei Enzweihingen zusammen mit *Belgrandia germanica* und in einer eigentümlichen Schichte unter dem Löß bei Neckargartach, die neben Vertretern der rezenten Molluskenfauna auch einige erloschene Arten aufweist. Es ist möglich, daß unsere *concinna* als eine Charakterform nasser Örtlichkeiten aus dem Diluvium sich zu erkennen gibt.

11. *Helix* (*Hygromia*) *umbrosa* Partsch reicht von den Ostalpen in die Sudeten, bis Leipzig, Frankenhausen, Erfurt, Koburg. Bamberg, Kelheim a. D., München, Biberach und Altshausen im südlichen Württemberg.

Fossil: Weimar? Oberalling bei Regensburg innerhalb der heutigen Verbreitung.

12. Ein einzelnes Exemplar vom Habitus der *Hygromia sericea* Drap., aber mit derber Schale und groben Querstreifen ohne Haargruben, vermag ich nicht zu deuten. Es stammt vermutlich von einem trockenen Standort.

13. *Helix* (*Monacha*) *incarnata* Müll. erscheint im Tuff in größeren und kleineren Formen.

14. *Helix* (*Arianta*) *arbustorum* L. (s. T. II Fig. 3) kommt nur in großen, dünnschaligen Gebüschformen vor. Am Fuße des Uracher Wasserfalls lebt sie in der Nähe des Wassers am Boden in großer Zahl und besteigt das Gebüsch nicht.

15. *Helix* (*Tachea*) *nemoralis* L. konnte nur in wenigen Exemplaren festgestellt werden. Diese haben eine weiße Lippe. An *tonnensis* Sdb. ist aber deshalb nicht zu denken, weil die Diessener Exemplare viel kleiner sind als *tonnensis*, und die weiße Lippe, an sich schon ein unsicheres Kriterium, auch bei vielen Exemplaren aus dem alluvialen Tuff des Diessener Tales wahrzunehmen ist. Sie kann eine Folge der Verwitterung und der Kalzinierung sein.

16. *Helix* (*Tachea*) *hortensis* L. (s. T. II Fig. 5) findet sich im Tuff nicht selten in kleinen Exemplaren ohne Band oder mit 0 · 0 · 3 · 0 · 0, einer Formel, die in der Gegenwart in Schwaben eine Seltenheit, in Südbayern aber häufig ist.

17. *Buliminus montanus* Drap. fehlt im älteren Diessener Tuff und in der entsprechenden Schichte von Weimar. Gleichwohl scheint er kein späterer Einwanderer zu sein, wie es für die westeuropäische *Helix striolata* anzunehmen ist, die erst im jüngeren Diessener Tuff (s. Aufschluß 3) mit dem *Buliminus* erscheint. *Buliminus obscurus* war auch nicht aufzufinden; bei Weimar aber kommt er vor.

18. *Pupa* (*Orcula*) *doliolum* Brug. (s. T. II Fig. 14, 15) ist südosteuropäisch und bewohnt in den Gebirgen Mittel- und Süddeutschlands zersprengte Kolonien: in den schlesischen Gebirgen. in Sachsen bei Grimma, in Thüringen bis zum Harz und nach Braunschweig, in Nassau, im Ahrtal, bei Battenberg und Altleiningen in

der Pfalz, im Elsaß, im mittleren Teil der Schwäbischen Alb. Sie fehlt in den bayrischen Alpen.

Fossil: Weimar, Streitberg, Alfeld, Lauenstein, Oberalling.

19. *Pupa (Pagodina) pagodula* Desmoul. (s. T. II Fig. 16, 17) gehört den südlichen und nördlichen Kalkalpen an, erreicht bei Berchtesgaden und Reichenhall in der Südostecke Bayerns die deutsche Grenze. In der Südschweiz bei Lugano.

Fossil: Weimar, Weißenfels, Streitberg.

20. *Pupa (Pupilla) triplicata* Stud. (s. T. II Fig. 18—20) verlangt eine andere Umgebung als die seither genannten Arten. Sie ist wärmeliebend und versteckt sich im Mulm sonniger, südwärts gerichteter Kalkfelsen der südeuropäischen Gebirge von den Pyrenäen bis zum Kaukasus, steigt aber bis zu 1600 m auf. In der Umgebung von Basel und im Vorarlberg (nach Clessin) stehen die nördlichsten Posten.

Fossil: Weimar.

21. *Pupa (Sphyradium) columella* (Benz) Mts. ist nicht im Tuff erschienen.

22. *Pupa (Jothmia) minutissima* Hartm. (s. T. II Fig. 4, 9) hat ein eigenes Gepräge, ist kleiner als die rezente Form der Albfelsen und alle Exemplare sind von gleicher Größe.

23. *Pupa (Vertigo) substriata* Jeffr. kommt in Württemberg in 2 Rassen vor, der Typus auf den nassen Wiesen Oberschwabens, die var. *monas* Wstld. im Moos der Albfelsen und Schluchten. Nach brieflichen Mitteilungen von O. Boettger soll aber der Unterschied beider Formen nicht zur Aufstellung einer benannten Varietät hinreichen. Unsere wenigen Exemplare gleichen der Felsenform.

24. *Pupa (Vertigo) moulinsiana* Dupuy = *laevigata* Kok. (s. T. II Fig. 21, 22) wird an den Stengeln und Blättern des Schilfs, der *Iris-* und *Carex*-Büsche am Rande stehender Gewässer gesammelt. In früheren Jahren traf man sie noch bei Darmstadt und Frankfurt a. M.; gegenwärtig kennt man sie nur von Schwetz in Westpreußen, von Neubrandenburg in Mecklenburg, vom Stendener Bruch am Niederrhein und vom Rheingenist an der Siegmündung (Nachrichtsbl. deutsch. mal. Ges. 1911 S. 7). Fossil scheint sie häufiger vorzukommen: Weimar, Burgtonna, Brüheim, Mühlhausen i. Th.. Herbsleben a. d. Unstrut; Stuttgart; Seeburger Tal bei Urach, Zwiefaltendorf, Gültlingen in Württemberg; Oberalling bei Regensburg und nach Clessin auch im Löß von Regensburg (Ber. nat. Ver. Regensburg 1903/04). Während sie sich also nachweislich aus Deutschland zurückzieht, scheint es

fast, als ob in Dänemark sich der umgekehrte Vorgang vollziehe. Denn Steenberg (S. 161) teilt mit, daß *P. moulinsiana* zwar sporadisch auftrete, aber an zahlreichen Orten auf Seeland und auch in Jütland gefunden werde; dagegen fossil kenne man sie nicht. Dabei aber kommt die dieselben nassen Standorte liebende *P. antivertigo* Drap. in Dänemark rezent und fossil vor.

Soviel dürfte feststehen, daß *P. moulinsiana* feuchte und kühle Standorte liebt und den Schwerpunkt ihrer Verbreitung im Norden hat. Nach den Angaben Westerlund's (S. 136f.) würden wir freilich ein anderes Verbreitungsbild gewinnen. Er nennt: „Dänemark, Deutschland, England, Baden, Tirol, Schweiz, Kärnten, Oberitalien, Frankreich, Spanien, Sizilien, Kaukasus." Wenn aber Clessin (6. S. 274) ausdrücklich sagt: „in Südtirol bis zur Schneegrenze", so dürfte damit das oben bezeichnete biologische Verhalten bestätigt sein, und an einem andern Ort (5. S. 259) sagt derselbe Gewährsmann: „Die Art ist vorzugsweise über den Norden Europas verbreitet."

25. *Clausilia filograna* Ziegler (s. T. II Fig. 35, 36) kommt im Unterschied von den übrigen Clausilien zahlreich im Tuff vor.

Von Osteuropa reicht sie nach Ost- und Westpreußen, und über die Sudeten und die Oberlausitz sendet sie vereinzelte Posten nach Sachsen, zum Harz und bis Erfurt. Isoliert ist der kleine Standort Pommelsbrunn im fränkischen Jura. In der schwäbischen Alb hält *Cl. filograna* eine ziemlich große Insel am Nordabhang zwischen Urach und Donzdorf besetzt. In der schwäbisch-bayrischen Hochebene stehen zersprengte Posten; in den Schweizer, Tiroler und bayrischen Alpen fehlt sie.

Fossil: Weimar, Taubach, Brüheim, Streitberg; außerdem sammelte ich sie in dem oben bei *Helix hispida* erwähnten Lager von Neckargartach.

26. *Cionella lubrica* Müll. kommt in der typischen Form des feuchten Standorts und als var. *exigua* Mke. = *minima* Sieb. vor, die lebend im Mulm der sonnigen Felsen zusammen mit wärmeliebenden Arten sich findet.

27. *Succinea oblonga* var. *elongata* A. Brn. (s. T. II Fig. 37; vergl. Sandberger S. 790, T. XXXIII Fig. 30, T. XXXVI Fig. 32; Geyer, Molluskenfauna Mauer T. II Fig. 19—22. Diese Form gilt allgemein als erloschen; aber Clessin beschreibt (5. S. 350) eine var. *elongata* Cless., welche der Braun'schen ungefähr gleichkommt und gibt sie von Regensburg, Augsburg, München und

Dinkelscherben an; fossil nennt er sie vom Kalktuff von Oberalling (7. S. 15). Demnach scheint es eine Talform (nasser Standort?) zu sein. Damit würde ihr fossiles Vorkommen bei Mosbach (Sandberger S. 791), Mauer (17. Geyer S. 96) und im Löß des Rhein- und Maintales (Sandberger S. 791) übereinstimmen. Mit der viel kleineren, einem trockenen Standort entsprechenden Lößform ist *elongata* nicht zu verwechseln.

28. *Carychium tridentatum* Risso (s. T. II Fig. 43—46, 49). Beim Auslesen des in den engen, kurzen Albschluchten aus Moos und Mulm und dem Auswurf der kleinen Bäche ersammelten Materials fielen mir je und je schmale, langgezogene, spindelförmige Carychien auf, die mit *Carychium tridentatum* von Siene, das ich E. v. Martens verdanke, völlig übereinstimmten. Unter den Tausenden aber, die ich aus den Anspülungen der württembergischen Flüsse aussuchte, hatte ich nie etwas anderes als *C. minimum* gesehen. Ich wandte mich an O. Boettger. Er wollte aber von einem *tridendatum* nichts wissen und berief sich ganz energisch auf seine früheren Äußerungen, wonach es in Deutschland nur ein Carychium gebe. Ich unterließ es nun, die Sache weiter zu verfolgen. Angesichts der Ausbeute von Diessen aber steht es für mich fest, daß wir es dennoch mit 2 Formen zu tun haben, mögen es selbständige Arten oder Rassen sein. *C. tridentatum* tritt in unserem Kalktuff in solcher Menge und in solch geschlossener morphologischer Einheit auf, und die biologischen Verhältnisse, unter denen die rezenten Exemplare aus den Albschluchten und die fossilen aus dem Tuff entstanden sind, stimmen so völlig überein, daß wir an die Selbständigkeit der Form glauben müssen. Von *C. minimum* ist sie leicht zu unterscheiden.

In der geographischen Verbreitung steht *C. tridentatum* nicht allein unter ihren Genossen im Tuff. Nach Westerlund (Fauna V S. 18) dehnt sie sich über Frankreich, Oberitalien, Dalmatien und Algerien aus; Clessin (6. S. 502) gibt noch die Schweiz, Südtirol, Krain und den südlichen Teil von Kärnten an. *Daudebardia rufa*, *Hyalinia draparnaldi*, *Helix nautiliformis* sitzen in demselben Gebiet. Neuerdings hat auch Clessin (9. S. LXI) die Art aus dem Auswurf des Lech angegeben, und ich konnte mich davon überzeugen, daß die dortigen Formen mit den Diessenern übereinstimmen. Es darf demnach angenommen werden, daß *C. tridentatum* über die Kalkalpen verbreitet ist und daß an der schwäbischen Alb die äußersten isolierten Posten stehen. Ihren Standort hat sie an feuchten Orten,

unter faulen Hölzern und im Laub. Fossil ist sie bis jetzt nicht bekannt geworden.

29. *Limnaea ovata* Drap. (s. T. II Fig. 23—25) erweist sich auf den ersten Blick durch das hervorragende Gewinde und die *auricularia*ähnliche Mündung mit dem von der Spindelsäule und der Mündungswand gebildeten Winkel als eine von der typischen *ovata* der Wiesengräben und Sümpfe abweichende Form. Clessin bildet solche (5. S. 378 Fig. 233) unter dem Namen *rosea* Gallenstein ab und stellt sie zu *mucronata* Held, d. h. zu den alpinen Bach- und Seeformen der *ovata*. Es ist dieselbe Form, die bei Diessen vorkommt und im Kalktuff der Albtäler eingeschlossen ist (s. 15. Geyer S. 313). Clessin gibt sie rezent aus dem Ammer-, Lerchen- und Bodensee an.

Die Eigenart dieser Form ist nicht etwa auf Rechnung der Bewegung des Wassers zu setzen, da sie zart und dünnschalig ist, die Flußformen der *ovata* aber, wie *fluminensis* Cless. aus der Donau bei Regensburg, der typischen Form entsprechen, aber dick und festschalig sind (5. S. 382). Es handelt sich also nicht um eine biologische Rasse, die im Hinblick auf die Umgestaltungsfähigkeit der Limnäen vielleicht nicht viel bedeuten würde. Ich bin dagegen geneigt, sie für eine Glazialform der *ovata* zu halten und hiefür nicht nur ihr fossiles und rezentes Vorkommen sondern auch den Umstand als Beweis anzusehen, daß sie im Diessener Tuff wie im jüngeren Tuff der Albtäler und am rezenten Standort mit *Valvata alpestris* vergesellschaftet ist, der dieselbe Rolle eines Glazialreliktes zukommt.

30. *Planorbis (Gyraulus) sibiricus* Dunker (s. T. II Fig. 28—34). Die Bestimmung der kleinen Tellerschnecke verdanke ich der Güte des Herrn Dr. U. Steusloff in Celle, der Gelegenheit hatte, sich mit der formenreichen Gruppe der Gyraulen zu beschäftigen. In seiner im Literaturverzeichnis aufgeführten Arbeit ist auch nachzulesen (S. 54—56), daß Wüst (39. S. 321, T. VI Fig. 72—75) den aus den Ablagerungen von Osterode bei Hornburg stammenden, mit *sibiricus* bezeichneten *Gyraulus* zurückzieht. Und Steusloff schließt deshalb: „Damit verschwindet *G. sibiricus* ganz aus der Liste der pleistocänen (diluvialen) Conchylien Norddeutschlands und gehört zunächst nur dem Holocän an. Die einzigen sicheren Fundorte liegen in Mecklenburg.“ Ich habe die Art auch zahlreich im Sande von Steinheim-Murr gesammelt. *Pl. sibiricus* gehört also wohl dem Diluvium an, wenn auch die Akten über Steinheim-Murr noch nicht geschlossen sind.

Lebend scheint die Art in Europa nicht mehr vorzukommen, und da sie in der Literatur von nahestehenden Formen, wie *rossmaessleri* Auersw. und *arcticus* Beck, nicht immer unterschieden wurde, ist es unmöglich, ihre Heimat anzugeben. Aus einer von Wüst (39. S. 321) zitierten Äußerung Andreä's geht aber hervor, daß *Pl. sibiricus* in der Wüste Gobi lebt.

31. *Acme polita* Hartm. kommt auch in der f. *albina* vor.

32. *Bythinia tentaculata* L. (s. T. II Fig. 38) in der kleinen, zierlichen und spitzen Form schließt sich nicht an den Typus aus den Gräben, sondern an die der Zwiefalter Aach, der Blau und der Alpenseen an. Auch hier ist die biologische Ursache nicht in der Bewegung des Wassers zu suchen, die kurze, bauchige und dickschalige Gehäuse erzeugt.

33. *Belgrandia germanica* = *marginata* Sdb. non Mich. (s. T. II Fig. 50—56). Die Belgrandien scheinen auch in Schwaben einst eine Rolle gespielt zu haben, wie sie längst aus den Thüringer Kalktuffen, aus England und Frankreich und neuestens auch aus Dänemark bekannt sind (Johansen S. 57 und 127). Ich sammelte sie außerdem in den Kalktuffen des Rieter Tales bei Enzweihingen, in den Sanden von Steinheim-Murr und Lauffen a. Neckar. Es handelt sich dabei aber um verschiedene Formen. Im Diessener Tal betrifft es, wie durch Vergleichung festgestellt werden konnte, die Form von Weimar, welche Sandberger S. 915 f. beschreibt und T. 35 Fig. 2 abbildet[1]. Sie ist in großer Menge beim Schlämmen zu erhalten, beherrscht jedoch nur in einer tiefer gelegenen Stelle des Diessener

[1] Über die Schwierigkeit der Determination vergl. 38. Wüst S. 250 f. Soweit mir eine Vergleichung mit rezentem Material möglich war, ließ sich feststellen, daß die italienische *B. delpretiana* Paulucci für unsere fossile *Belgrandia* nicht in Frage kommt. Von allen Belgrandien der Clessin'schen Sammlung, die im Besitze des Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart ist, kann es sich nur um *B. varica* Paget handeln. Caziot (Etudes sur les Mollusques terrestres et fluviatiles de la Principauté de Monaco et du Dép des Alpes-Maritimes, 1910) stellt sie zur „Groupe de la *B. gibba* Drap." und beschreibt sie wie folgt: „Coquille ovoïde conique; 5 tours bien convexes, le dernier renflé, avec une giblosité variqueuse; suture profonde; ouverture arrondie, oblique; test vitracé. H. 2½. D. 1½ mm. Sie soll in der Umgebung von Nizza und Cannes vorkommen; leider aber fügt Caziot der Standortsangabe hinzu: „J'ai vainement cherché cette espèce aux habitats indiqués et ne puis. par cela-même, la reproduire." So sind wir also immer noch nicht ganz sicher, wo die rezenten Nachkommen der fossilen *B. germanica* zu suchen sind. Trotzdem glaube ich aus all[illegible]etzt wissen, und in Übereinstimmung mit Sandberger an-

Aufschlusses ein eigenes Lager. Sonst ist sie mit anderen kleinen Schnecken vereint oder fehlt sie.

Nach SANDBERGER (S. 916) lebt die nahe verwandte *B. marginata* MICH. in den französischen Departements „Var, Vaucluse, Aveyron. Haute Garonne und Jura in den Quellsümpfen des Gebirges an abgefallenen Blättern und an Wasserpflanzen". Das rezente Auftreten dieser Art würde also vortrefflich mit dem Vorkommen der *B. germanica* im Quelltuff übereinstimmen.

34. *Valvata alpestris* KÜST. (s. T. II Fig. 39—42; vergl. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. 1910 S. 312) bewohnt die innerhalb der Alpen gelegenen Seen und findet sich isoliert bei Wolfegg, Unteressendorf und Biberach im württ. Oberschwaben, bei Blaubeuren und Zwiefalten auf der südlichen Alb.

Fossil: In den Kalktuffen der nördlichen und südlichen Alb: bei Günzburg a. Donau im Tallöß und am Ammersee im Kalktuff (SANDBERGER S. 872), im Schneckelisand bei Konstanz (SCHMIDLE), bei Mosbach.

c.

Fassen wir die vorstehenden Einzelheiten zusammen, so ergibt sich für die lokal erloschenen Arten folgendes **Verbreitungsbild**:

1. Ungenügend sind die Angaben über *Vitrea contorta*. Die Art schließt sich übrigens hinsichtlich ihrer biologischen Ansprüche an *V. subrimata* an. *Pupa moulinsiana* und *Planorbis sibiricus* scheiden aus der Besprechung aus, weil sie in den beiden Aufschlüssen 4 und 6b nicht zu finden waren.

2. Alpin sind: *Vitrina elongata* und *Valvata alpestris*. (Dorthin weisen außerdem *Helix hortensis*, *Limnaea ovata*, *Bythinia tentaculata*.)

3. Nordisch-alpin (Glazialrelikte): *Pupa alpestris*, *substriata*. Zwischen den beiden geschlossenen Verbreitungsgebieten im Süden und Norden liegen die isolierten deutschen Standorte.

4. Dem Osten gehört *Clausilia filograna* an.

In besonderer Beziehung zu den Ostalpen stehen: *Vitrea*

---

nehmen zu dürfen, daß der südöstliche Winkel Frankreichs die heutige Heimat der kleinen Schnecke bildet.

Mit Hilfe der CLESSIN'schen Sammlung gelang es mir ferner festzustellen, daß die echte, schlanke *B. marginata* MICH. (nicht die von SANDBERGER dafür gehaltene) fossil in den Sanden von Steinheim-Murr und Lauffen a. N. vorkommt, siehe P. II Fig. 54—56.

subrimata, *Zonites verticillus*, *Patula solaria*, *Helix umbrosa*, *Pupa pagodula*.

Nach dem Südosten weisen *Daudebardia rufa* und *Pupa doliolum*.

5. Dem südeuropäischen Gebirgsland gehören zu: *Hyalinia draparnaldi*, *Helix nautiliformis*, *Pupa triplicata*, *Carychium tridentatum* und *Belgrandia germanica*.

Der Rückzug mußte in der Richtung auf die Deckungsmöglichkeiten erfolgen: aus der Flachterrasse des Muschelkalkes heraus in die tief eingeschnittenen Täler der Mittelgebirge und der Alpen, in die Waldgebiete und in die hochgelegenen, reichbewässerten und tief durchfurchten Moränelandschaften.

Daraus ergeben sich von selbst bestimmte Rückzugslinien und Postenketten der Nachhut:

1. Die schwäbische Alb für *Vitrina elongata*, *Vitrea contorta* und *subrimata*, *Pupa doliolum*, *Vertigo alpestris* und *substriata*, *Clausilia filograna*, *Carychium tridentatum*, *Valvata alpestris*.

2. Der fränkische Jura für *Daudebardia rufa*, *Vitrina elongata*, *Vitrea subrimata*, *Helix umbrosa* und *Clausilia filograna*.

3. Der Schwarzwald für *Pupa alpestris* und *substriata*.

4. Die schwäbisch-bayerische Hochebene für *Daudebardia rufa*, *Hyalinia draparnaldi*, *Vitrea contorta* und *subrimata*, *Helix umbrosa*, *Valvata alpestris*.

5. Der Fuß der bayrischen Alpen für *Zonites verticillus*, *Patula solaria*, *Pupa pagodula*.

6. Der Schweizer Jura und die südlichen Kalkalpen für *Helix nautiliformis*, *Pupa triplicata* und *Belgrandia germanica*, *Carychium tridentatum*.

Die Rückzugsrichtung geht mit Ausnahme der letzten Gruppe nach (Süd-)Osten. Die Südostecke Bayerns, die als Refugium eine hervorragende Stelle einnimmt, liegt gleichsam im Schatten der Alpen. Sie nimmt die infolge der zunehmenden Erwärmung aus Süddeutschland fliehenden, an eine niedere Temperatur angepaßten Arten auf und wird von den in der Gegenwart vordringenden, wärmeliebenden mediterranen Arten umgangen (*Xerophilen*, *Buliminus detritus*).

IV. Folgerungen.

a) Klima.

Die seit der Bildungszeit der beiden ältesten Diessener Kalktuffe aus dem Muschelkalkland ausgewanderten Arten sind Gebirgs-

bewohner, zwar nicht Höhen- und nicht Hochgebirgstiere, aber Bewohner des Berg- und Terrassenlandes und der subalpinen Regionen, die vor dem Tiefland Halt machen. Da der Gehängekalktuff nur in den Stufenländern, im Gebiet der Bergschnecken, sich bilden kann, wird er auch nur solche einschließen. Die oben behandelten Schnecken sind großenteils an eine feuchte, tief temperierte, von der Sonne geschützte Umgebung gebunden, darum kommt ihnen ein Gebirgstal mit seinen Quellwinkeln und Kaskaden entgegen. Da sammeln sie sich. Warum sind sie aber jetzt alle an denselben steilen Muschelkalkwänden verschwunden?

Nehmen wir auch an, daß durch eine Versickerung der Quelle, wie das in jedem Tuffkegel infolge der Zerklüftung und der leichten Zerstörbarkeit des Tuffes einmal eintritt, das Wasser und mit ihm die nährende und schützende Vegetation verschwindet, und daß durch die fortschreitende Erosion die Geländeformen sich ändern, die Täler sich erweitern, so hätten diese Vorgänge doch nur ein lokales Verschieben innerhalb der Muschelkalkformation veranlassen müssen, nicht eine Räumung des ganzen Gebietes. Da und dort müßte in den jungen und engen Muschelkalktälern, in den Quellrevieren oder in der Umgebung der heutigen Tuffquellen, wie z. B. im benachbarten Glatt-Tal, das eine oder andere der abgewanderten Tiere zu finden sein. Es sind aber kaum noch *Patula ruderata*, *Pupa alpestris* und *substriata* zu konstatieren, die von allen Glazialrelikten die seßhaftesten und weit verbreitetsten sind. Bis zu 30 % der ursprünglichen Fauna haben die Muschelkalkterrasse verlassen; ein ansehnlicher Teil davon hat sich in den viel tiefer eingeschnittenen und engeren Albtälern gehalten. Also muß doch zur Bildungszeit des Tuffes das Klima es ermöglicht haben, daß die Tiere sich auch in den weiteren Muschelkalktälern an südwärts gerichteten Hängen unter den geschilderten Bedingungen halten konnten.

Wenn vom Klima die Rede ist, kommen 3 Fälle in Frage. Entweder war es kälter, oder wärmer, oder waren die Gegensätze größer als heute.

Für das kältere Klima kann die Tatsache angeführt werden, daß die Abgewanderten, soweit sie wärmescheue Tiere waren, in die tieftemperierten Gebirgsschluchten sich zurückgezogen haben. Demgegenüber ist darauf hinzuweisen, daß sie auch zur Diluvialzeit schon einen solchen Standort eingenommen und also ihr biologisches Verhalten nicht geändert haben, trotzdem aber nicht nach Norden, d. h

dahin abgewandert sind, wo das Klima ihren Ansprüchen entgegengekommen wäre.

Eher läßt sich die Annahme eines wärmeren Klimas rechtfertigen; denn obwohl es sich bei Diessen in der Hauptsache nur um wärmescheue Tiere handelt, hätten diese sich doch im Quellhorizont auch bei wärmerem Klima halten können. Er hätte für sie das kühle Refugium gebildet, wie er es an der Alb heute noch bildet. Bei einer Abnahme der Wärme wären die empfindlichen Arten nach dem Süden abgezogen. Trotzdem ist an ein wärmeres Klima nicht zu denken. Denn den südalpinen Arten steht eine größere Zahl Abwanderer nach dem Osten und Südosten entgegen, bei welchen von einem Anspruch auf eine höhere Temperatur keine Rede sein kann. Es würde aber auch bei wärmerem Klima die Diessener Fauna eine andere Zusammensetzung und eine üppigere Entfaltung zeigen. Sicherlich wären die wärmeliebenden Arten, die wir auf den Felsen zur Seite und im Hintergrund der Sturzquelle suchen, zahlreicher gewesen. Wenn aber, wie am Abhang des Diessentales, alle fördernden Einflüsse (Kalk, Wasser, Vegetation, Südexposition, warmes Klima) in solch seltener Weise zusammentreffen, hätten namentlich die Buschbewohner sich üppiger entfalten müssen. Ihre Beweglichkeit befähigt sie zunächst, das zuträgliche Maß von Wärme und Feuchtigkeit aufzufinden. Dabei ist nun aber *Helix nemoralis*, die am meisten Wärme beansprucht, im Kalktuff sehr selten, und alle Buschschnecken *(Helix nemoralis, hortensis, Eulota fruticum)* erreichen bei Diessen nicht die Größe und Schalenfestigkeit, die sie in der Gegenwart an warmen und feuchten deutschen Standorten aufweisen.

Eine befriedigende Erklärung für das widersprechende Verhalten der von ihrem Wohnort vertriebenen Genossenschaft bietet die Voraussetzung ihrer Anpassung an größere klimatische Gegensätze, als sie die Gegenwart im Muschelkalkland zu bieten vermag. Dafür sprechen folgende Erwägungen:

1. Die Diessener Molluskenfauna enthält Belege dafür, daß an ihrem Standort tiefgehende biologische Gegensätze sich nahe und unvermittelt berührt haben. Einmal muß die Tatsache auffallen, daß von *Helix obvoluta, incarnata* und von *Cionella lubrica* zweierlei Rassen, eine größere, dem heutigen Typus entsprechende und zum Teil überlegene, und eine kleinere vorkommen. Die beiden Rassen treten zahlreich genug auf, um nicht als Zufälligkeiten abgetan werden zu können. Große Formen entstehen in feuchter, gedeckter (längere Fraßperiode), kleine in trockener, sonniger Um-

gebung (kürzere Fraßperiode). Zum andern ist auf das Vorkommen der wärmeliebenden, den Felsenmulm bewohnenden *Pupa triplicata* und *minutissima* und auf *Helix strigella* hinzuweisen (s. auch oben über *Helix sericea*). Da Einschwemmungen aus nennenswerten Entfernungen unmöglich waren, mußten hier die feuchtkühlen und trockenwarmen Standorte hart aneinanderstoßen. Ein solches Zusammenrücken weitgehender biologischer Gegensätze ist leichter denkbar unter der Annahme klimatischer Kontraste, zumal im Muschelkalkland Höhendifferenzen, wie heutzutage an der Alb (Uracher Wasserfall), nicht in Betracht kommen.

2. Die Hauptrichtung der Abwanderung geht nicht nach Norden und nicht nach Süden, sondern nach Osten, d. h. in denjenigen Teil Europas, der durch ein kontinentaleres, kontrastreicheres Klima vor dem Norden und Süden sich auszeichnet.

3. Die Abwanderer zogen sich aus einer niederen Terrasse (400 m) in die höhere und in die Gebirge zurück und geben sich deshalb als Gebirgstiere zu erkennen. Im Gebirge aber sind die klimatischen (und biologischen) Gegensätze größer als im Flachland. Sie sind es schon auf der Alb, wo die Schlucht und ihre überhängenden Felsen, der Wiesengrund im Tal und die Heide zwei Pole darstellen (s. 18. Geyer S. 215), und noch mehr in den Kalkalpen, um die es sich bei den heutigen Standorten unserer Schnecken handelt. Dort sind, zumal bei Südexposition, die stärksten täglichen Temperaturschwankungen zu suchen (s. Diem S. 241), und dort stoßen die stärksten biologischen Gegensätze aufeinander und lösen sich die schärfsten klimatischen Kontraste ab.

b. Alter.

Die Diessener Mollusken stellen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung eine Mischfauna dar, wie die rezente Fauna Zentraleuropas es auch ist. Zu den südlichen und östlichen Elementen waren schon nördliche (oder alpine) getreten, die wir, wie *Pupa alpestris* und *substriata*, als kälteliebende Arten und als Glazialrelikte anzusehen gewohnt sind. Es müssen also, als der Tuff sich absetzte, schon diejenigen klimatischen Veränderungen in Mitteleuropa vor sich gegangen sein, die zur Mischung der Bestandteile geführt hatten. Kältere und wärmere Perioden waren dahingegangen und hatten ihren Beitrag gegeben. Mit anderen Worten: unsere Ablagerungen sind keinenfalls in das Präglazial zu setzen. Aus denselben Erwägungen heraus können wir gleich hin-

zusetzen: auch nicht in die erste Eiszeit, überhaupt nicht in eine einseitige Kälteperiode.

Damit kommen wir von selbst in die Zwischeneiszeiten. Aber in welche? Wenn mindestens 70% (bei der Diessener Sägmühle) der fossil vorgefundenen Arten heute noch lokal ansäßig sind und wenn die lokal erloschenen Arten mit höchstens drei Ausnahmen (*Helix nautiliformis*, *Pupa triplicata*, *Belgrandia*) heute noch zur Fauna der borealen Zone und der germanischen Provinz derselben gehören, dann werden wir auch nicht fehlgehen, wenn wir zum mindesten das erste Interglazial und vielleicht auch das zweite ablehnen. Weiter kommen wir jedoch auf diesem Wege nicht. Wir müssen an einem andern Punkt einsetzen, die Ablagerungszeit zu ermitteln.

Auch unter der Voraussetzung, daß die Diessener Fauna sich mit der Durchschnittstemperatur der Gegenwart zufrieden gab und nur größere Kontraste verlangte, soll die Tatsache nicht geleugnet werden, daß ein Teil der abgewanderten Tiere eine höhere Sommertemperatur als die gegenwärtige beanspruchte, die es ihm ermöglichte, weiter nach Norden sich auszudehnen als er es heute tut. Nach Martens und Johansen fällt die nördliche Verbreitungsgrenze mit den Juli-Isothermen zusammen, und die Sommertemperatur ist für die Verbreitung der Schnecken viel wichtiger als das Jahresmittel. Eine Herabsetzung der Sommerwärme mußte die Abwanderer zur Räumung des Schwabenlandes veranlaßt haben. Man könnte nun zunächst an eine postglaziale Temperaturerniedrigung denken, wenn es sich bloß um die Erklärung der Abwanderung wärmebedürftiger Arten handeln würde. Allein die Veränderungen, die in der Fauna des Diessener Tales seit der Ablagerung der älteren Tuffe vor sich gingen, bestanden aber nicht bloß in einer Verminderung und Verdrängung, sondern zugleich auch in einer Herbeiführung bisher nicht ansäßiger Arten. Diese späteren Zuwanderer sind im jüngeren Diessener Kalktuff und in der rezenten Fauna des Gebietes nachzuweisen (s. Beilage I). Sie setzen sich nicht etwa aus beliebigen, unter einer gemäßigten Sommertemperatur gedeihenden Arten zusammen, die durch eine feuchtkühle Waldphase von irgend einer Richtung könnten herbeigeführt worden sein; nein, sie bilden nahezu vollständig die kleine Gruppe alpiner, genauer subalpiner Arten, durch welche der Südwestwinkel Deutschlands ausgezeichnet ist: *Helix edentula*, *villosa*, *Pupa dolium*, *Acme lineata*. Das Diessener Tal liegt auf der Grenze ihrer Verbreitung. In der südwestlichen Alb kommt noch *Clausilia*

corynodes Held hinzu. Von den Alpen müssen die Kräfte ausgegangen sein, die der Fauna am obern Neckar neue Bürger brachten. Wir werden genötigt, an eine Periode zu denken, die unser Gebiet in eine engere Beziehung und Verbindung mit den Alpen brachte. Die neuen Beziehungen vollzogen sich unter einer Herabminderung der Sommertemperatur. Die höhere Sommertemperatur beanspruchenden Arten mußten weichen, die an ein niedrigeres Maximum angepaßten subalpinen Arten nahmen ihre Stelle ein.

Ein Vorgang, der in einem kleinen Kreis von Tieren, wie er uns hier beschäftigt, solch weitgehende und nachhaltige Veränderungen hervorzubringen vermochte, kann mit dem Hinweis auf eine postglaziale Klimaschwankung nicht erklärt werden. Es muß ihm vielmehr ein Klimawechsel und eine Temperaturerniedrigung zugrunde liegen, wie wir sie vom Einbruch einer Eiszeit erwarten, durch welche weite Gebiete unter den klimatischen und vielleicht auch hydrographischen Einfluß der Alpen kamen. Wir werden darum nicht fehl gehen, wenn wir die älteren Tuffe des Diessener Tales dem letzten Interglazial — dem Riß-Würm-Interglazial — zuteilen.

Zu demselben Ergebnis gelangt, wie in der Einleitung gezeigt ist, auch die Geologie auf Grund der dort geschilderten Lagerungsverhältnisse.

Die Versetzung der älteren Diessener Kalktuffe in das letzte Interglazial erfährt eine weitere Unterstützung durch die Vergleichung derselben mit dem Pleistocän von Weimar. In der Zusammenstellung von Weiss entspricht, nach dem Fossilbestand zu urteilen, der Schichtenkomplex 15, die Solariaschicht (S. 26), unsern Tuffen. Leider ist damit für die Altersbestimmung nichts gewonnen, da Weiss ein Idealprofil gibt. Wüst geht weiter. Sein Conchylienbestand b (38. S. 188 ff.) bildet eine Parallele zur Diessener Fauna, und Wüst sagt (S. 195) von ihm: „Der Conchylienbestand setzt zweifellos ein bereits ziemlich warmes gemäßigtes Waldklima voraus, das ein merklich kontinentaleres Gepräge besaß als das heute im deutschen Mittelgebirgsland herrschende.“ In der Tabelle S. 237 setzt Wüst diesen Conchylienbestand auch in das letzte Interglazial, genauer in die erste Waldphase[1] der Riß-Würm-Eiszeit.

[1] Für die Einreihung der Diessener Fauna in eine Waldphase haben wir keine Veranlassung. Die echten Waldschnecken erscheinen spärlich (Clausilien) oder fehlen (*Helix personata*, *striolata*, *Buliminus montanus*), und solange der Quellhorizont bestand, konnten sich die wärmescheuen, hygrophilen Bodentiere dort auch halten, wenn die Muschelkalkebene in eine Steppe verwandelt gewesen wäre.

Von den erloschenen Mollusken des Diessener Tales fehlen um Weimar *Hyalinia draparnaldi*, *Helix nautiliformis* und *umbrosa*[1], *Pupa triplicata*, *Carychium tridentatum* und *Valvata alpestris*, also alpine und südliche Arten. Andererseits ist in den Weimarer Travertinen eine größere Anteilnahme südöstlicher und östlicher Arten (*Campylaea banatica*, *Tachea vindobonensis*, *Clausilia vetusta* und *densestriata*) wahrzunehmen. In beiden Fällen entsprechen die Eigentümlichkeiten der geographischen Lage und der südöstlichen Rückzugsrichtung der Mollusken.

Diessen weist etwa nur halb so viele Mollusken auf als das Travertingebiet von Weimar (122 nach Wüst). Bei dem geringen Umfang unserer Aufschlüsse, die einer einzigen Periode des Diluviums angehören, kann nicht mehr erwartet werden. Vergl. den Umfang der Fauna des Uracher Wasserfalls, Beilage II.

Die Ähnlichkeit der Fossilienbestände führt sodann zu einer Vergleichung mit den berühmten Sauerwasserkalken von Cannstatt (s. Beilage III). Diese sind im Laufe von 80 Jahren oftmals von berufener Seite ausgebeutet worden und weisen, auch wenn einzelne Angaben angezweifelt werden müssen, einen Fossilienbestand auf, die den Diessener an Umfang übertrifft, aber einen geringeren Prozentsatz der lokal erloschenen Formen enthält (22 gegen 29) trotz der weit reicheren Sammelgelegenheit, die sich über einen ganzen Komplex von Aufschlüssen in den Markungen von Untertürkheim und Cannstatt erstreckte.

Der Cannstatter Conchylienbestand beweist, was schon aus dem Umfang und der Verschiedenheit der Ablagerungen hervorgeht, daß er keine einheitliche Fauna bildet. Er setzt sich vielmehr, soweit die Landschnecken in Betracht kommen, aus Bewohnern verschiedenartiger Standorte zusammen, wobei das Gebüsch und das sumpfige Bruchland mit der beschatteten und nassen Wiese einen größeren Raum einnehmen (*Helix bidens*, *sericea*, *Clausilia pumila*, *Succineen*). Und wie räumlich und nach seinen biologischen Beziehungen Auseinanderliegendes hier (wenigstens in den Verzeichnissen, aus denen die Angaben geschöpft werden müssen) vereinigt ist, so ist auch zeitlich Getrenntes hier zusammengefaßt.

Deshalb ist eine Vergleichung der Cannstatter und der Diessener Molluskenbestände zum Zweck der Klima- und Altersbestimmung

[1] Nach Wüst ist es unwahrscheinlich, daß *H. umbrosa* je bei Weimar gefunden würde, S. 244 sub 9.

vorerst leider undurchführbar. Beiden gemeinsam sind 46 Arten, darunter befinden sich aber nur 5 lokal erloschene Formen: *Vitrina elongata*, *Vitrea diaphana*, *Zonites verticillus*, *Patula solaria* und *Pupa moulinsiana*. Sie finden sich auch im Tuffgebiet von Weimar.

V. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Im Diessener Tale stehen alluviale und diluviale Kalktuffe an.

2. Die Eigenart der aus den diluvialen Tuffen zutage geförderten Molluskenreste besteht darin, daß sie eine natürliche und einheitliche Lokalfauna darstellen.

3. Sie gehört der Riß-Würm-Interglazialzeit an.

4. Sie setzt ein kontrastreicheres Klima als das heutige voraus.

5. Sie bildet eine Parallele zu einem Teil des Pleistocäns von Weimar, des Sauerwasserkalkes von Cannstatt und wahrscheinlich auch der noch nicht genügend bekannt gegebenen Kalktuffe von Streitberg in der fränkischen Schweiz.

6. Sie ermöglicht es, eine Reihe von Veränderungen in der Molluskenfauna vom Diluvium bis zur Gegenwart festzustellen und zu kontrollieren.

7. Eingeschränkt haben ihr Verbreitungsgebiet die nachfolgend genannten Arten, denen zugleich im Hinblick auf ihren Standort und ihr zersprengtes, in kleine, isolierte Kolonien verteiltes Vorkommen innerhalb Mitteleuropas die Rolle von Relikten zukommt: *Daudebardia rufa*, *Vitrina elongata*, *Hyalinia draparnaldi*, *Vitrea contorta* und *subrimata*, *Zonites verticillus*, *Patula solaria*, *Helix nautiliformis*, *hispida* var. *concinna*, *umbrosa*, *Pupa doliolum*, *pagodula*, *triplicata*, *moulinsiana*, *Clausilia filograna*, *Carychium tridentatum*, *Limnaea ovata* var. cf. *rosea*, *Planorbis sibiricus*, *Belgrandia germanica*, *Valvata alpestris*.

8. Mit der letzten Eiszeit sind eingewandert: *Helix edentula*, *villosa*, *Pupa dolium*, *Acme lineata*.

9. Ein postglazialer Einwanderer scheint *Helix striolata* zu sein

VI. Beilagen.

Beilage 1.

Die rezente Molluskenfauna der nächsten Umgebung des Diessener Tuffgebietes: Diessener Tal, Glatt-Tal und Neckartal bei Dettingen und Horb, nach einer einmaligen Aufsammlung des

erfassers, wobei übrigens auch das Geniste der Flüsse untersucht urde.

Vitrina pellucida Müll. und *diaphana* Stud. ziemlich selten.
Conulus fulvus Müll. nicht selten.
Hyalinia cellaria Müll. selten.
— *nitens* Mich. häufig.
— *lenticula* Held (= *pura* auct.) spärlich.
— *hammonis* Ström. nicht selten.
Vitrea crystallina Müll. häufig.
Zonitoides nitida Müll. häufig.
Punctum pygmaeum Drap. nicht selten.
Patula rotundata Müll. häufig.
(*Patula ruderata* Stud. nur im Neckartale zwischen Rottenburg und Heilbronn.)
Acanthinula aculeata Müll. selten.
Vallonia pulchella Müll. sehr häufig.
— *excentrica* Sterki selten.
— *costata* Müll. häufig.
— *tenuilabris* var. *alamannica* Geyer im Geniste des Neckars bei Horb.
Helix (*Trigonostoma*) *obvoluta* Müll. nicht selten.
— (*Isognomostoma*) *personata* Lm. selten.
— (*Perforatella*) *edentula* Drap., vereinzelt im Walde.
— (*Hygromia*) *hispida* L. sehr häufig und in verschiedenen Größen.
— — *villosa* Drap., im Wald am Wege von Diessen nach Dürrenmettstetten.
(*Monacha*) *incarnata* Müll. nicht selten.
— (*Eulota*) *fruticum* Müll. nicht selten.
— (*Chilotrema*) *lapicida* L. nicht selten.
— (*Arianta*) *arbustorum* L. häufig.
— (*Xerophila*) *cricetorum* Müll. nicht selten.
— — *candidula* Stud. nicht selten.
— (*Tachea*) *nemoralis* L. nicht selten.
— — *hortensis* Müll. häufig.
— (*Helicogena*) *pomatia* L. häufig.
Buliminus montanus Drap. nicht selten.
— *obscurus* Müll. selten.
Pupa (*Orcula*) *dolium* Drap. bei Horb.
— (*Torquilla*) *secale* Drap. nicht selten.

Pupa (*Pupilla*) *muscorum* L. sehr häufig.
— (*Isthmia*) *minutissima* HARTM. häufig.
— (*Vertigo*) *pygmaea* DRAP. häufig.
— — *antivertigo* DRAP. selten.
— — *pusilla* MÜLL. selten.
— — *angustior* JEFFR. selten.
Clausilia laminata MONT. häufig.
— *biplicata* MONT. häufig.
— *parvula* STUD. häufig.
— *dubia* DRAP. häufig.
— *ventricosa* DRAP. selten.
— *plicatula* DRAP. selten.
Cionella lubrica MÜLL. zahlreich.
Caecilianella acicula MÜLL. selten.
Succinea putris L. nicht selten.
— *pfeifferi* RSSM. selten.
— *oblonga* DRAP. selten.
Carychium minimum MÜLL. häufig.
Limnaea ovata DRAP. selten.
— *peregra* MÜLL. selten.
— *truncatula* MÜLL selten.
Planorbis leucostoma MÜLL. (= *rotundatus* POIR.) selten.
— *contortus* L. selten.
— *albus* MÜLL. selten.
Acme polita HARTM. nicht selten.
— *lineata* HARTM. selten.
Lartetia suevica GEYER sehr häufig in den Quellen des Diessener Baches bei der Haugensteiner Mühle und in einer Quelle im Glatt-Tal.
Pisidium pulchellum JENYNS selten.
— *pusillum* GMEL. häufig.

Zusammen 63 Arten (Landmollusken 54), worunter 4 (im Druck hervorgehobene) subalpine — *Helix edentula*, *villosa*, *Pupa dolium*, *Acme lineata* — und 1 Relikt — *Vallonia tenuilabris* var. *alamannica*.

Die rezente Fauna der nächsten Umgebung des Tuffgebietes hat mit dem älteren Tuff 31 Arten Landschnecken gemeinsam, mit dem jüngeren 37. Die letztere Zahl ist zweifellos in Wirklichkeit höher; denn es ist zu erwarten, daß *Helix striolata*, *Pupa edentula*, *Clausilia orthostoma*, *lineolata* und wahrscheinlich auch *Pupa substriata* und *alpestris* bei weiterem Sammeln noch in den Seitenwinkeln des

Tales gefunden werden. Die Wassermollusken wurden mit dem Wasser durch die Kultur verdrängt.

Beilage 2.

Die rezente Molluskenfauna im Tuffgebiet des Uracher Wasserfalls.

Zusammengestellt nach den im Laufe von 30 Jahren gemachten Aufsammlungen des Verfassers, wobei auch das Geniste des Wasserfalls berücksichtigt wurde, um die kleinsten Arten zu erhalten und um etwaige fremde Faunenbestandteile feststellen zu können, welche vom Wasser aus der Umgebung herbeigeführt werden können.

Vitrina elongata Drap. sehr selten.
Conulus fulvus Müll. ziemlich selten.
Hyalinia cellaria Müll. ziemlich selten.
— *nitens* Mich. zahlreich.
— *lenticula* Held (*pura* auct.) zahlreich.
Vitrea subrimata O. Rhdt. ziemlich selten.
— *crystallina* Müll. zahlreich.
Punctum pygmaeum Drap. zahlreich.
Patula rotundata Müll. zahlreich.
— *rupestris* Drap. selten.
Acanthinula aculeata Müll. selten.
Vallonia costata Müll. selten.
Helix (*Trigonostoma*) *obvoluta* Müll. zahlreich.
— (*Isognomostoma*) *personata* Lm. zahlreich.
— (*Hygromia*) *hispida* L. selten.
— — *striolata* C. Pf. (= *rufescens* Cless.) sehr zahlreich.
— (*Monacha*) *incarnata* Müll. zahlreich.
— (*Eulota*) *fruticum* Müll. ziemlich selten.
— (*Chilotrema*) *lapicida* L. selten.
— (*Arianta*) *arbustorum* L. sehr zahlreich.
— (*Tachea*) *hortensis* L. selten.
— (*Helicogena*) *pomatia* L. selten.
Buliminus montanus Drap. zahlreich.
— *obscurus* Müll. selten.
Pupa (*Torquilla*) *secale* Drap. selten.
— (*Modicella*) *avenacea* Brug. selten.
— (*Orcula*) *doliolum* Brug. zahlreich, aber nur an einer bestimmten, eng begrenzten Stelle.
— (*Pupilla*) *muscorum* L. sehr selten.

Pupa (*Sphyradium*) *edentula* Drap. sehr selten.
— (*Isthmia*) *minutissima* Hartm. selten.
— (*Vertigo*) *alpestris* Ald. sehr selten.
— — *pygmaea* Drap. selten.
— — *substriata* Jeffr. selten.
— — *pusilla* Müll. zahlreich.
— — *angustior* Jeffr. selten.
Clausilia laminata Mont. zahlreich.
— *orthostoma* Mke selten.
— *biplicata* Mont. zahlreich.
— *cana* Held selten.
— *parvula* Stud. zahlreich.
— *dubia* Drap. zahlreich.
— *cruciata* Stud. selten.
— *ventricosa* Drap. selten.
— *plicatula* Drap. zahlreich.
— *filograna* Ziegl. zahlreich.
Cionella lubrica Müll. zahlreich.
Caecilianella acicula Müll. selten.
Carychium minimum Müll. zahlreich.
— *tridentatum* Risso sehr selten.
Acme polita Hartm. zahlreich.
Lartetia quenstedti Wiedersheim selten.
Pisidium pusillum Gmelin selten.

Zusammen 52 Arten (50 Landschnecken), worunter 7 = 13% (im Druck hervorgehoben) aus Süddeutschland sich zurückziehende — Relikte des Diluviums — die hier ein Refugium inne haben

Bei dem starken Gefälle ist in dem rasch abfließenden Wasser kein Raum für Wassermollusken; die *Lartetia* und das *Pisidium* sind Höhlen- bezw. Quellbewohner und stammen aus der Quelle des Baches über dem Fall. Wie bei Diessen, so mischen sich auch hier unter die den Hauptbestandteil bildende Gruppe der hygrophilen und wärmescheuen Bodentiere einzelne Gebüschschnecken und wärmeliebende Felsbewohner (*Patula rupestris*, *Pupa secale* und *avenacea*), die vom Regen von den Tuffelsen des Falles selbst und von den Randfelsen des Talabschlusses in den Bach geführt und in seinem Auswurf gesammelt wurden. Der Wald macht sich im Reichtum an Clausilien bemerkbar. Dem Uracher Wasserfall und den Diessener Diluvialtuffen sind 37 Arten Landschnecken gemeinsam; die der Wasserfallfauna eigentümlichen 13 Arten setzen sich aus den zufällig

beigemengten Felsenschnecken (*Patula repustris*, *Pupa secale* und *avenacea*) und Waldbewohnern (*Helix personata*, *striolata*, *Buliminus montanus* und *obscurus*, *Clausilia orthostoma*, *biplicata*, *cana* und *cruciata)* zusammen. *Helix pomatia* ist in Süddeutschland erst im Postglazial erschienen.

Die merkwürdige Übereinstimmung in der Zahl der Landschnecken, bei der Diessener Sägmühle und am Uracher Wasserfall je 50 Arten, ist ein Beweis für die Richtigkeit der oben ausgesprochenen Ansicht, daß wir bei Diessen (und am Dettinger Schafhaus) eine einheitliche, an Ort und Stelle entstandene, nicht durch fremde Beimengungen gestörte Lokalfauna in primärer Lagerung vor uns haben.

Beilage 3.

Die Conchylien des Sauerwasserkalkes von Cannstatt. Zusammengestellt nach den Angaben von Al. Braun, v. Klein, Sandberger, E. Fraas und den Aufsammlungen des Verfassers. Die beigefügten Zahlen weisen auf die Angaben bei Sandberger.

Limax agrestis L., fraglich, 860.
Vitrina pellucida Müll., unsicher, 860.
— *elongata* Drap., 859.
Conulus fulvus Müll., 823. 858.
Hyalinia cellaria Müll., nach Klein und Fraas; vom Verfasser im Kalktuff gesammelt.
— *nitens* Mich., nach Klein und in der Sammlung des K. Naturalienkabinetts.
— *nitidula* Drap., 822. 858.
— *hammonis* Ström, 823. 858.
Vitrea crystallina Müll., 823. 858.
— *diaphana* Stud. nach Fraas im Mammutfelde am Seelberg.
Zonitoides nitida Müll., 824. 857.
Zonites verticillus Fér., in die Sammlung des K. Naturalienkabinetts und vom Verfasser gesammelt.
— *acieformis* Klein, 858.
Patula rotundata Müll., 819. 857.
— *ruderata* Stud. nach Fraas, im Mammutfelde am Seelberg
— *solaria* Mke., 819. 857.
Acanthinula aculeata Müll. nach Fraas im Mammutfelde am Seelberg.
Vallonia pulchella Müll., 817. 857.
— *excentrica* Sterki, vom Verfasser gesammelt.

Vallonia costata Müll., 818. 857.
— *costellata* A. Brn., 856.
Helix (*Trigonostoma*) *obvoluta* Müll., 857.
— (*Petasia*) *bidens* Chemn., 816. 856.
— (*Hygromia*) *hispida* L., 810. 855.
— — *sericea* Drap., 811.
— — *striolata* C. Pf. = *rufescens* Cless., 812. 856.
— (*Euomphalia*) *strigella* Drap., in der Sammlung des K. Naturalienkabinetts.
— (*Monacha*) *incarnata* Müll., 855.
— (*Eulota*) *fruticum* Müll., 814. 856.
— (*Arianta*) *arbustorum* L. mit var. *trochoidalis* Roff., 806. 854.
— (*Xerophila*) *costulata* Ziegl. = *striata* Müll., 807. 854.
— (*Tachea*) *nemoralis* L., 854.
— — *hortensis* Müll., 853.
— — *silvatica* Drap., 805. 852 nach A. Braun, sonst nicht bezeugt.
— (*Helicogena*) *pomatia* L., 852 nach Klein.
Buliminus tridens Müll., 803. 851.
— *montanus* Drap., 804.
Pupa (*Pupilla*) *muscorum* L., 797. 849.
— (*Isthmia*) *minutissima* Hartm., 849.
— (*Vertigo*) *alpestris* Ald., 794, fraglich.
— — *antivertigo* Drap., 795. 848.
— — *moulinsiana* Dupuy, in der Sammlung des K. Naturalienkabinetts.
— — *pygmaea* Drap., 848.
— — *pusilla* Müll. nach Klein und in der Sammlung des K. Naturalienkabinetts.
— — *angustior* Jeffr. nach Klein (*nana* Müll.) und nach Fraas im Mammutfelde am Seelberg.
Clausilia laminata Mont., 850.
— *cana* Held, nach Fraas im Mammutfelde am Seelberg.
— *plicata* Drap., wie die vorige.
— *parvula* Stud., 800. 849.
— *dubia* Drap., 799, 849.
— *pumila* Ziegl., 798. 849.
— *ventricosa* Drap., 801. 849.
— *plicatula* Drap., vom Verfasser gesammelt.
Cionella lubrica Müll., 802. 850.

Cionella tridens Pult., 851.
Caecilianella acicula Müll., 846.
Succinea putris L., 793. 846.
— *pfeifferi* Rssm., 792. 846.
— *oblonga* Drap., 791. 846.
— *paludinaeformis* A. Brn., 845.
Carychium minimum Müll., 789. 845.
Limnaea stagnalis L., 844.
— *ovata* Drap., 788. 845.
— *peregra* Müll., 844.
— *palustris* Müll., 787. 844.
— *truncatula* Müll., 786. 844.
Physa fontinalis L., fraglich, nach Fraas im Mammutlehm am Seelberg.
Aplexa hypnorum L., 785. 844.
Planorbis planorbis L. (= *marginatus* Drap.), 780. 844.
— *carinatus* Müll., 844.
— *vortex* Müll. nach Klein.
— *contortus* L., 778. 843.
— *spirorbis* L., 843.
— *leucostoma* Mill. (= *rotundatus* Poir.), 778.
— *complanatus* Drap. nach Klein.
— *nautileus* L., in der Sammlung des K. Naturalienkabinetts.
Acme polita Hartm., 860.
Pomatias septemspiralis Raz., 861.
Bythinia tentaculata L., 772. 843.
— *inflata* Hansén = *troscheli* Küst., 772.
Valvata piscinalis Müll. nach Klein.
— *cristata* Müll., 776. 843.
Neritina fluviatilis L. nach Klein.
Pisidium fontinale C. Pf., vom Verfasser gesammelt.
— *pusillum* Gmel., 842.

Zusammen 85 Arten, davon lokal erloschen[1] (im Druck hervorgehoben) 19 = 22 %.

[1] Ich lege dabei die Fauna des württembergischen Unterlandes, Muschelkalk- und Keupergebiet, zugrunde.

Aufgenommene Literatur.

1. Babor J. P., Die Weichtiere des böhmischen Pleistocän und Holocän. Archiv f. naturwissenschaftl. Landesdurchforschung v. Böhmen, Bd. 11, No. 5. Prag 1904.
2. Bräuhäuser M., Beiträge z. Stratigraphie d. Cannstatter Diluviums. Mitteil Geolog. Abt. Kgl. Württ. Stat. Landesamts 1909, S. 1—72.
3. Braun A., Vergleichende Zusammenstellung der lebenden u. diluvialen Molluskenfauna des Rheintals mit der tertiären des Mainzer Beckens. Amtlicher Bericht 20. Versammlung d. Ges. deutsch. Naturforscher u. Ärzte z. Mainz 1842, S. 142—150.
4. Burger Otto, Über schwäbische Kalktuffe, insbesondere des Echaztales. Inaug.-Diss. Tübingen 1911.
5. Clessin S., Deutsche Exkursions-Mollusken-Fauna. 2. Aufl. Nürnberg 1884.
6. —, Die Molluskenfauna Österreich-Ungarns u. d. Schweiz. Nürnberg 1887
7. —, Die Tuffablagerung im Tale der schwarzen Laaber. Ber. Naturwiss. Ver. Regensburg 1905/06, Heft XI erschienen 1908.
8. —, Desgleichen Nachtrag. Ebenda, XII. Heft für die Jahre 1907 und 1908 erschienen 1910.
9. —, Conchylien aus d. Auswurf südbayrischer Flüsse. 39, 40. Bericht Naturwiss. Ver. Augsburg 1911.
10. Diem Konr., Über Bodentiere in den Schweizer Alpen. Jahrb. St. Gallischen Naturwiss. Ges. f. d. Vereinsjahr 1901/02, erschienen 1903.
11. Fraas E., Über pleistocäne Bildungen im schwäbischen Unterlande. Zeitschr. Deutsch. Geolog. Ges. XLVIII. Band, 1896, S. 696—703.
12. Geyer D., Beiträge z. Moll.-Fauna Schwabens. Jahresh. Ver. Vaterl. Naturk. Württ., 1907, S. 418—434.
13. —, Desgleichen, II. Ebenda, 1908, S. 305—330.
14. —, Beiträge z. Moll.-Fauna d. württ. Schwarzwaldes. Ebenda, 1909, S. 64—76
15. —, Zur Moll.-Fauna d. Kalktuffe. Ebenda, 1910, S. 310—317.
16. —, Die fossilen Mollusken des altdiluvialen Tufflagers in d. Stuttgarter Anlagen. Mitteil. Geolog. Abt. Kgl. Württ. Stat. Landesamts, 1909, S. 75—91.
17. —, Zur Moll.-Fauna d. Sande v. Mauer. Ber. d. Oberrheinischen Geol. Ver. 1910, 2. Teil, S. 94—103.
18. —, Die Moll.-Fauna d. Schwäbischen Alb. Abhandl. Senckenb. Naturf. Ges. Frankfurt a. M., Bd. 32, S. 207—219.
19. —, Die schalentragenden Mollusken im fränkischen Jura. Abhandl. Naturhist. Ges. Nürnberg XVII. Bd. 1, S. 85—120.
20. —, Die Weichtiere Deutschlands. (Eine biologische Darstellung der einheimischen Schnecken u. Muscheln.) Stuttgart 1909.
21. —, Über d. Verbreitung d. Mollusken in Württemberg. Jahreshefte Ver. Vaterl. Naturk. Württ., 1894, S. 66—141.
22. Hocker F., Die Conchylienfauna der diluvialen Sand- u. Tuffablagerung b. Brüheim im Herzogtum Gotha. Nachrichtsblatt Deutsch. Malakozool. Ges., 1898, S. 86—91.
23. —, Nachtrag zum Verz. der etc. bei Brüheim vorkommenden Conchylien Ebenda. 1907, S. 86—93.

24. Johansen A. C., Om den fossile kvartaere Molluskfauna i Danmark og dens Relationer til Forandringer i Klimaet. Kopenhagen 1904.
25. Klein v., Conchylien d. Süßwasserformationen Württembergs. Jahreshefte Ver. Vaterl. Naturk. Württ., 1847, Jüngerer Süßwasserkalk S. 95—108.
26. —, Desgleichen. Ebenda, 1852, S. 157—164.
27. Kobelt W., Studien zur Zoogeographie. Wiesbaden 1897.
28. Martens E. v., Über die Verbreitung d. europäischen Land- und Süßwasser-Gastropoden. Jahreshefte Ver. Vaterl. Naturk. Württ., 1855, S. 1—144.
29. Menzel Hans, Beiträge z. Kenntnis d. Quartärbildungen im südlichen Hannover:
a) Die Interglazialschichten von Wallensen in der Hilsmulde. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt u. Bergakademie, 1903, Bd. 24, Heft 2.
b) Eine jungdiluviale Conchylienfauna aus Kiesablagerungen des mittleren Leinetales. Ebenda, 1903. Bd. 24, Heft 3.
c) Das Kalktufflager von Alfeld an der Leine. Ebenda, 1905, Bd. 26 Heft 1
d) Das Kalktufflager von Lauenstein. Ebenda, 1908, Bd. 29, Heft 3.
30. —, Klimaänderungen u. Binnenmollusken im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit. Zeitschr. Deutsch. Geolog. Ges., Bd. 62, 1910, Heft 2.
31. Sandberger Dr. C. L. Fridolin, Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt. Wiesbaden 1870—75.
32. Schmidle W., Postglaziale Ablagerungen im nordwestlichen Bodenseegebiet. Neues Jahrbuch f. Mineralogie etc., Jahrgang 1910, Bd. 2, S. 104—121.
33. Steenberg C. M., Landsnegle (Bloddyr I), in Danmarks Fauna. Kopenhagen 1911.
34. Steusloff Ulrich, Beiträge z. Fauna u. Flora d. Quartärs in Mecklenburg, II. Archiv Ver. Fr. Naturgesch. Mecklenburg, 65, 1911, S. 49—62 (Holocäne u. lebende Gyraulen).
35. Westerlund C. A., Fauna der in der paläarktischen Region lebenden Binnenconchylien. Berlin 1886—1890.
36. Weiss A, Das Pleistocän d. Umgegend v. Weimar. Hildburghausen 1910.
37. Wolterstorff W., Die Conchylienfauna der Kalktuffe der *Helix canthensis* Beyr. Stufe des Altpleistocän von Schwanebeck bei Halberstadt. Zeitschrift d. Deutsch. Geolog. Ges., 48. Bd., 1896, S. 192—196.
38. Wüst E., Die plistocänen Ablagerungen des Travertingebietes der Gegend von Weimar und ihre Fossilienbestände in ihrer Bedeutung für die Beurteilung der Klimaschwankungen des Eiszeitalters. Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 82, 1910, S. 162—252.
39. —, Pleistocäne Flußablagerungen in Thüringen und im nördlichen Harzvorlande. Ebenda, Bd. 72, S. 312—324.
40. —, Fossilführende pleistocäne Holzemme-Schotter bei Halberstadt im nördlichen Harzvorlande. Zeitschrift Deutsch. Geol. Ges., 1907, Heft 1, S. 120 bis 130.
41. —, Die Schnecken der Fundschicht des *Rhinoceros hundsheimensis* Toula bei Hundsheim in Niederösterreich. Verhandl. K. K. geolog. Reichsanstalt, 1907, No. 4, S. 83—87, Wien 1907.
42. Zschokke F., Die Beziehungen der mitteleuropäischen Tierwelt zur Eiszeit. Verh. Deutsch. zoolog. Ges., 1908. S. 21—77.

Erklärung der Tafel I.

Bild I. Diluviales Kalktufflager am Dettinger Schafhause. Die Schottersohle liegt etwa 1,5 m tiefer, als die Höhlungen links neben dem Holzanbau an dem Gebäude in der Mitte des Bildes. Blick in das Neckartal abwärts gegen Horb.

Bild II. Diluviales Kalktufflager an der unteren Diessener Sägmühle, Blick nach NNW., im Hintergrunde links die ersten Häuser von Diessen, im Vordergrund rechts unten die untere Diessener Sägmühle.

Bild III. Dasselbe aus größerer Nähe, links unten die neue Fahrstraße Dettingen—Diessen—Dettlingen. Die Hauptfundpunkte von Schnecken sind durch ein × bezeichnet.

I, II, III. phot. Axel Schmidt.

I

II

III

UNIV. OF
CALIFORNIA

Erklärung der Tafel II.

Fig. 1. *Zonites verticillus*, nat. Gr., das Exemplar nicht ganz vollendet, der Kiel am vorletzten Umgang noch sichtbar, an der Mündung verschwunden; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 2. *Zonites verticillus*, nat. Gr., das Exemplar vollendet; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 3. *Helix* (*Arianta*) *arbustorum*, nat. Gr.; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 4. *Pupa* (*Isthmia*) *minutissima*. Vergr. 10 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 5. *Helix* (*Tachea*) *hortensis* Mürr., nat. Gr., Tuff Diessener Sägmühle.

„ 6. 7. *Patula solaria*. Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 8. *Helix* (*Monacha*) *incarnata*, nat. Gr.; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 9. *Pupa* (*Isthmia*) *minutissima*, Vergr. 10 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 10. 11. *Helix* (*Drepanostoma*) *nautiliformis*, Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 12. 13. *Hyalinia draparnaldi*, nat. Gr.; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 14. 15. *Pupa* (*Orcula*) *doliolum*. Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 16. 17. *Pupa* (*Pagodina*) *pagodula*. Vergr. 5 × 1. Tuff Diessener Sägmühle.

„ 18. *Pupa* (*Pupilla*) *triplicata*, Vergr. 5 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 19. Dieselbe rezent von Panzendorf bei Sillian im Pustertal, Tirol, Vergr. 5 × 1. Die Zähne auf der Spindel und am Gaumen sind auf der Photographie nur schwach erschienen.

„ 20. Dieselbe rezent vom Pfäffinger Schloß im Jura südlich von Basel, Vergr. 5 × 1.

„ 21. 22. *Pupa* (*Vertigo*) *moulinsiana*. Vergr. 5 × 1; Tuff Dettinger Fabrik.

„ 23—25. *Limnaea ovata*, nat. Gr., Tuff Diessener Sägmühle.

„ 26. 27. *Planorbis leucostoma*. Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 28. 29. *Planorbis sibiricus*. Vergr. 2 × 1, Tuff Dettinger Fabrik.

„ 30. 32. Derselbe, Vergr. 2 × 1; aus den Sanden von Steinheim-Murr.

„ 33. 34. Derselbe, kleinere Form, Vergr. 2 × 1; Tuff Dettinger Fabrik.

„ 35. 36. *Clausilia filograna*. Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 37. *Succinea oolonga var. elongata*. Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 38. *Bythinia tentaculata*, nat. Gr.; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 39. 40. *Valvata alpestris*. Vergr. 2 × 1; Tuff des Seeburger Tales bei Urach.

„ 41. 42. Dieselbe, Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 43—46. *Carychium tridentatum*. Vergr. 10 × 1, Tuff Diessener Sägmühle.

„ 47. 48. *Carychium minimum*. Vergr. 10 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 49. *Carychium tridentatum*. Vergr. 10 × 1; aus den Sanden von Steinheim-Murr.

„ 50. 52. *Belgrandia germanica*. Vergr. 10 × 1; Tuff Diessener Sägmühle. Der ringförmige Wulst an der Mündung ist bei Fig. 52 auf der Photographie nicht deutlich geworden.

„ 53. Dieselbe, Vergr. 10 × 1; Kalktuffe des Rieter Tals bei Enzweihingen.

„ 54. *Belgrandia marginata* Mich., nat. Gr., Vergr. 10 × 1, aus den Sanden von Steinheim-Murr.

„ 55. 56. Dieselbe, Vergr. 10 × 1; aus alten Neckarsanden von Lauffen a. N.

Erklärung der Tafel II.

Fig. 1. *Zonites verticillus*, nat. Gr., das Exemplar nicht ganz vollendet, der Kiel am vorletzten Umgang noch sichtbar, an der Mündung verschwunden; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 2. *Zonites verticillus*, nat. Gr., das Exemplar vollendet; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 3. *Helix (Arianta) arbustorum*, nat. Gr., Tuff Diessener Sägmühle.

„ 4. *Pupa (Isthmia) minutissima*, Vergr. 10 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 5. *Helix (Tachea) hortensis* Müll., nat. Gr., Tuff Diessener Sägmühle.

„ 6. 7. *Patula solaria*, Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 8. *Helix (Monacha) incarnata*, nat. Gr.; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 9. *Pupa (Isthmia) minutissima*, Vergr. 10 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 10. 11. *Helix (Drepanostoma) nautiliformis*, Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 12. 13. *Hyalinia draparnaldi*, nat. Gr.; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 14. 15. *Pupa (Orcula) doliolum*, Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 16. 17. *Pupa (Pagodina) pagodula*, Vergr. 5 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 18. *Pupa (Pupilla) triplicata*, Vergr. 5 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 19. Dieselbe rezent von Panzendorf bei Sillian im Pustertal, Tirol, Vergr. 5 × 1. Die Zähne auf der Spindel und am Gaumen sind auf der Photographie nur schwach erschienen.

„ 20. Dieselbe rezent vom Pfäffinger Schloß im Jura südlich von Basel, Vergr. 5 × 1.

„ 21. 22. *Pupa (Vertigo) moulinsiana*, Vergr. 5 × 1; Tuff Dettinger Fabrik.

„ 23—25. *Limnaea ovata*, nat. Gr.; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 26. 27. *Planorbis leucostoma*, Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 28. 29. *Planorbis sibiricus*, Vergr. 2 × 1; Tuff Dettinger Fabrik.

„ 30—32. Derselbe, Vergr. 2 × 1; aus den Sanden von Steinheim-Murr.

„ 33. 34. Derselbe, kleinere Form, Vergr. 2 × 1; Tuff Dettinger Fabrik.

„ 35. 36. *Clausilia filograna*, Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 37. *Succinea oblonga* var. *elongata*, Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 38. *Bythinia tentaculata*, nat. Gr.; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 39. 40. *Valvata alpestris*, Vergr. 2 × 1; Tuff des Seeburger Tales bei Urach.

„ 41. 42. Dieselbe, Vergr. 2 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 43—46. *Carychium tridentatum*, Vergr. 10 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 47. 48. *Carychium minimum*, Vergr. 10 × 1; Tuff Diessener Sägmühle.

„ 49. *Carychium tridentatum*, Vergr. 10 × 1; aus den Sanden von Steinheim-Murr.

„ 50—52. *Belgrandia germanica*, Vergr. 10 × 1; Tuff Diessener Sägmühle. Der ringförmige Wulst an der Mündung ist bei Fig. 52 auf der Photographie nicht deutlich geworden.

„ 53. Dieselbe, Vergr. 10 × 1; Kalktuffe des Rieter Tals bei Enzweihingen.

„ 54. *Belgrandia marginata* Mich. non Sdb. Vergr. 10 × 1; aus den Sanden von Steinheim-Murr.

„ 55. 56. Dieselbe, Vergr. 10 × 1; aus alten Neckarsanden von Lauffen a. N.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56

UNIV. OF
CALIFORNIA

C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Württemberg. Statistisches Landesamt

Mitteilungen der

Geologischen Abteilung

des Württ. Statistischen Landesamtes

Nr. 10 und 11

E. WEPFER:

Zwei Tiefbohrungen am östlichen Schwarzwald-Rand

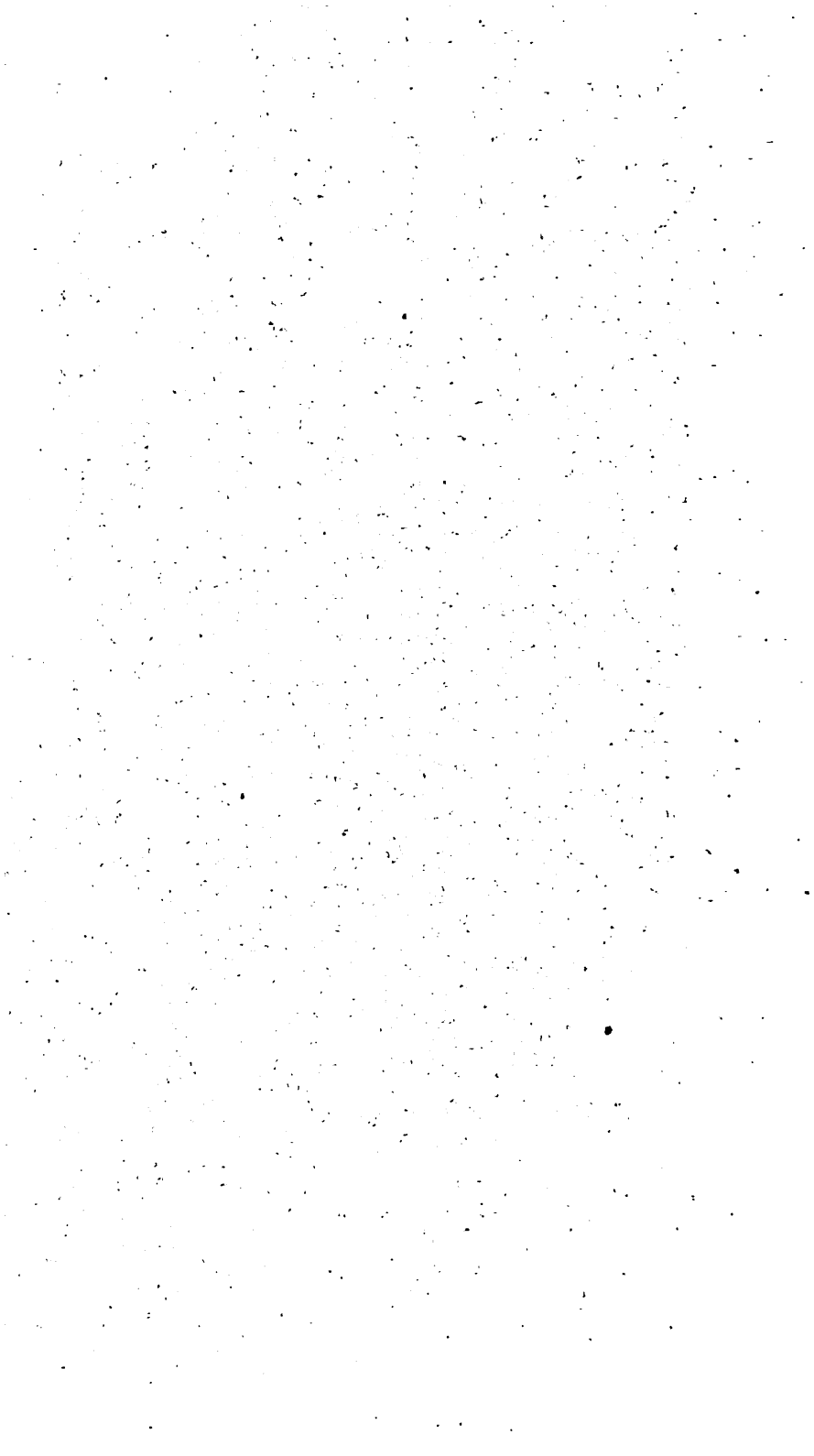
KARL C. BERZ:

Die Grundwasserverhältnisse im Versinkungsgebiet der oberen Donau

Ein Beitrag zum Problem der Karsthydrographie

Mit 5 Figuren im Text, 7 Tafelbeilagen und 1 Übersichtskarte

Stuttgart
Druck von Ernst Klett (Carl Gröninger Nachf.)
1928



Mitteilungen der Geologischen Abteilung des Württ. Statistischen Landesamtes.
No. 10. 1928.

Zwei Tiefbohrungen am östlichen Schwarzwald-Rand.

Von E. Wepfer.

Vorwort.

Im folgenden gebe ich die Beschreibung zweier neuerer Tiefbohrungen am württembergischen Schwarzwaldrand; die zuerst beschriebene, von Rottweil, war beinahe bis zum Ende gebracht, die zweite, von Schwenningen, war völlig abgeschlossen, als ich von der Württ. Geol. Landesaufnahme mit der Bearbeitung der Bohrungen betraut wurde.

Beides sind Meißelbohrungen, aus denen je nach Bedürfnis des Bohrmeisters bald Gesteins- bald Schlammproben entnommen worden waren. Für weite Strecken fehlte oft jede Aufsammlung. Die Bohrberichte waren nur teilweise zu verwenden, da sie im allgemeinen zu wenig Rücksicht auf die durchfahrenen Gesteine nahmen; sie waren daher als Unterlage für eine wissenschaftliche Arbeit nicht zu gebrauchen. — Entsprechend diesen Verhältnissen mußte manche Einzelheit unsicher bleiben, besonders in Schwenningen.

Der Köln-Rottweil A.-G. Zweigniederlassung Rottweil, sowie einer Schwenninger Firma bin ich für ihr freundliches Entgegenkommen bei der Aufsammlung, Zusendung usw. von Bohrproben, überhaupt für die tätige Unterstützung meiner Arbeit, sowie für die Erlaubnis der Veröffentlichung, zum größten Dank verpflichtet.

Herrn Kollegen Dr. A. Schmidt danke ich bestens für seine Mithilfe bei der Identifizierung mancher Proben.

Die Rottweiler Bohrung.

In den Jahren 1924/25 unternahm die Köln-Rottweil A.-G. in Rottweil eine Tiefbohrung nach weichem Wasser, das man im Buntsandstein, bezw. in der Region der Buntsandstein-Auflagerungsfläche zu finden hoffte.

Das Bohrloch wurde 1 km nördlich der Stadt in der engen Talaue unmittelbar neben dem Neckar nahe der Eisenbahnbrücke niedergebracht (Bl. Rottweil Nr. 141 im Maßstab 1 : 25 000).

Unter 5 m künstlicher Aufschüttung stieß man (noch über dem Neckarspiegel) auf die Humusschicht der natürlichen Talaue (30 cm); sodann folgten von 5,30—13,50 m Aufschüttungen des Neckar, in deren oberen Horizonten besonders bis über ½ cbm große, gut gerundete Blöcke von mittelkörnigem, verkieseltem hellrotem Buntsandstein auffielen. Sie mußten von Hand zermeißelt werden.

Bei 13,50 m stieß die Bohrung auf Gips des Mittleren Muschelkalkes, der nach den Notizen des Bohrmeisters, im ganzen in 5 durch Hornsteine getrennten Lagen auftritt: von 13,50—15,50 m (d. h. 2 m mächtig), 17,50—35,00 m (17,50 m), 42,50 bis 48,50 m (6 m), 49,00—56,00 m (7 m), 70,00—72,00 m (2 m). Darunter folgt, nach dem Bohrbericht, blauer, harter Muschelkalk, also bereits Unterer Muschelkalk.

Die regelmäßige Trennung der Gipslager (Anhydrit ?) durch Hornstein-Lagen steht im Gegensatz zu den Befunden in den zahlreichen Bohrungen der Umgebung: Dürrheim, Schwenningen, Primtal[1], ferner von Göllsdorf, Lauffen, Deißlingen, Trossingen[2], wo stets ein mehr oder weniger geschlossener Komplex von Anhydrit bezw. Gips (und Steinsalz) angetroffen worden ist. Salz ist überhaupt nicht festgestellt worden; es stimmt dies durchaus mit den Angaben von M. Schmidt (a. a. O.) überein; offenbar verschwindet das Salz von Süd bezw. Südost her gegen Nordost: bei Göllsdorf, ca. 2,5 km südsüdöstlich von Rottweil wurden 1896 im unteren Teil des Mittleren Muschelkalks noch 4,28 m Salz erbohrt, gegenüber ca. 10 m im Bohrloch des Primtales[3] und in der Saline Wilhelmshall. Bei Horgen, ca. 6 km süd-

[1] A. Sauer, Erläuterungen zur Geolog. Spezialkarte von Baden 1 : 25 000, Bl. Dürrheim Nr. 111. 1901. S. 14—20.

[2] M. Schmidt, Erläuterungen zur Geolog. Spezialkarte von Württemberg 1 : 25 000, Bl. Rottweil Nr. 141. S. 99/100.

[3] A. Sauer, Erläuterungen zu Bl. Dürrheim S. 20.

westlich von Rottweil, ist kein Salz mehr vorhanden. — Immerhin könnten vielleicht die etwas summarisch gehaltenen Notizen des Bohrmeisters auch so ausgedeutet werden, daß ursprünglich vorhandenes Steinsalz ausgelaugt worden sei; damit wäre auch die Mächtigkeit in Einklang zu bringen: da die Grenze zum Oberen Muschelkalk am Gehänge etwa 10 m über dem Neckarspiegel liegt, so kann die Gesamtmächtigkeit des Mittleren Muschelkalks im Bohrloch auf 75 m geschätzt werden. Demgegenüber gibt M. Schmidt in den Erläuterungen zu Blatt Schwenningen 80—90 m an, und ebenso A. Sauer in den Erläuterungen zu Blatt Dürrheim, d. h. immerhin mehr.

72—105 m gibt der Bohrbericht blauen, festen Muschelkalk an ohne alle Unterscheidungen; desgleichen von 105—114 m tonig-kalkige Bänke mit dunklen, harten Kalkplatten. — Offenbar entspricht erstere 33 m mächtige Partie etwa der mittleren und oberen Abteilung des Unteren Muschelkalks (mu 3 und mu 2 der württ. geolog. Spezialkarten; M. Schmidt gibt a. a. O. dafür 38 m Mächtigkeit an), während die tiefere 9 m mächtige Partie der unteren Abteilung des Unteren Muschelkalks entspricht (mu 1, nach M. Schmidt allerdings 14 m!). Im ganzen ist also der Untere Muschelkalk um ca. 10 m weniger mächtig, als von M. Schmidt für Blatt Rottweil angegeben wird. Dieser Unterschied ist freilich so bedeutend, daß man vielleicht eine Störung der normalen Mächtigkeit durch Verwurf annehmen darf.

Die folgenden 3 m geschlossenen, roten, tonigen Gesteins, 114—117 m, sind ohne jeden Zweifel als Röth-Tone anzusprechen, und nicht etwa als ein „Wiederkehren deutlicher Röthfarben noch in mu 1", (M. Schmidt a. a. O. S. 18), wie das anderswo vorkommt, denn unmittelbar darunter folgen bereits die ersten roten Sandsteine.

Ein näherer Vergleich des Unteren Muschelkalks im Bohrloch mit den benachbarten, gut bekannten Vorkommen verbietet sich leider angesichts des summarischen Charakters des Bohrberichtes: höchstens wäre die auffallende Tatsache zu erwähnen, daß die Bohrung bei Sulz[1], im Neckaralluvium angesetzt, nach 18 m Mittlerem Muschelkalk ebenfalls das Wellengebirge in nur 30 m Mächtigkeit durchsunken haben soll, anstatt mindestens 50 m, die zu erwarten wären. Auch Ax. Schmidt ist, — wenn nicht Irrtümer im Bohrbericht vorlägen — geneigt, an eine Störung zu denken.

Gleichfalls eine gewisse Unsicherheit besteht übrigens auch bezüglich der Stratigraphierung der nunmehr folgenden Partien des

[1] Ax. Schmidt, Erläuterungen zu Bl. Sulz (Württ.) Nr. 118. S. 65.

Buntsandsteins, von denen mir genauer horizontierte Bohrproben erst von 208 m Tiefe ab vorlagen.

Die 3 m Röth-Tone (114—117 m, s. o) stimmen gut mit der für den gesamten benachbarten Schwarzwaldrand bekannten Mächtigkeit überein (Blatt Rottweil 3 m, Sulz—Glatt ca. 4 m, Dornstetten—Dettingen 3—4 m, Schramberg 3 m, Alpirsbach 3 m, Königsfeld—Niedereschach ca. 3 m); offenbar waren die Ablagerungsverhältnisse damals sehr gleichmäßige.

Entsprechend dem Charakter einer Meißelbohrung war die Bestimmung der folgenden Buntsandsteinproben z. T. recht schwierig:

117—124 m verzeichnet der Bohrbericht „roten Buntsandstein". Wenn auch über Glimmerführung nichts gesagt wird, so entsprechen diese 7 m doch ohne Zweifel dem eigentlichen Plattensandstein, dessen Mächtigkeit in den Erläuterungen zum badischen Blatt Königsfeld—Niedereschach von F. Schalch auf 6—7 m angegeben wird, während sie auf dem südlich an dieses letztere anschließenden Blatt Villingen (s. d.) nur noch 4 m beträgt.

Der Vergleich mit den Ergebnissen der württembergischen Blätter erscheint auf den ersten Blick nicht ganz einfach; es besteht hier ein scheinbarer Gegensatz, der sich indessen leicht klären läßt. So gibt M. Schmidt für das Blatt Rottweil ca. 20 m Oberen Buntsandstein an, von dem nur die 2 oberen der von F. Schalch auf Blatt Königsfeld—Niedereschach unterschiedenen Unterabteilungen entwickelt seien. Ebenso sind für die Oberndorfer Bohrung von H. Eck[1] in Übereinstimmung mit Ax. Schmidt[2] etwas über 30 m glimmerführender Sandstein des Oberen Buntsandsteins angegeben, und auf Blatt Schramberg beträgt die Mächtigkeit des Plattensandsteins 30—40 m, auf Blatt Alpirsbach ca. 30 m, Blatt Sulz—Glatt (Bohrung Sulz!) 33 m, Blatt Dornstetten 25—40 m (s. Erläuterungen zu diesen Blättern).

Das von diesen 4 Blättern umfaßte Gebiet liegt indessen z. T. ein wenig zu weit entfernt, z. T. ist ein Vergleich mit jenen vom alten Schwarzwald-Hochgebiet[3] bezüglich der Sedimentation so sehr abhängigen Buntsandsteinbildungen nicht unmittelbar möglich.

---

[1] Bemerkungen über die geognostischen Verhältnisse des Schwarzwalds im allgemeinen und über Bohrungen nach Steinkohlen in demselben. Württ. Jahresh. 43. Jahrg. 1887. S. 322—355.

[2] Drei Tiefbohrungen auf Steinkohle am oberen Neckar. Württ. Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. 1912. 1. Heft. S. 162—173.

[3] Der Buntsandstein des badischen Schwarzwalds und seine Labyrinthodonten. Monographieen zur Geologie und Paläontologie. Herausgegeben von W. Sorgel. Serie II. Heft 1. Berlin 1923.

Dazu kommt aber vor allem, daß die Gliederungsmöglichkeit der oberen Abteilung des mittleren, und diejenige des Oberen Buntsandsteins im badischen Schwarzwald offenbar eine etwas andere ist, als in den Gebieten der (nördlicheren) württembergischen Blätter. Auf den zwei genannten badischen Blättern (Königsfeld—Niedereschach und Villingen) wird der Mittlere Buntsandstein abgeschlossen mit dem Horizont der „geröllfreien, hellfarbigen glitzernden Sandsteine", die z. B. auf Blatt Villingen ca. 15 m mächtig sind, auf Blatt Niedereschach—Königsfeld ca. 15—20 m. Darüber folgt der charakteristische „Karneol-Horizont" mit seinen bunten Farben, Dolomiten und Karneolen in ca. 10 m Mächtigkeit, und dann erst die Plattensandsteine.

Offenbar sind Äquivalente des Karneolhorizontes auch im württembergischen, mittleren Schwarzwald (Blatt Alpirsbach, Schramberg, Dornstetten—Dettingen) vorhanden, in manchen Fällen aber gehen die geröllfreien, hellfarbigen glitzernden Sandsteine der Badener — die übrigens auf Blatt Alpirsbach und Schramberg von M. Bräuhäuser ausgeschieden, jedoch zum Oberen Buntsandstein gezogen werden — allmählich in die Plattensandsteine über. Von einem Karneolhorizont, der die Abgliederung des Oberen Buntsandsteins vom mittleren im südlichen badischen Schwarzwald bis in das Wutachgebiet hinein so außerordentlich erleichtert, ist hier nicht in dem Sinne die Rede. Die Ausbildungsweise dieser im badischen Gebiet 10 m mächtigen Zone ändert sich offenkundig bis zu einem gewissen Grad auf Blatt Rottweil und dem nördlich anschließenden Blatt Oberndorf, d. h. gegen Nordosten. (Auch für die Bohrung Oberndorf gibt H. Eck a. a. O. einfach 31 m Oberen Buntsandstein — ohne die Röthtone! — an).

Der Bohrbericht nennt nun zunächst:

124—128 m „weißen, sehr harten, etwas porösen Sandstein".

128—134 m „roten, weißen und gelben Buntsandstein".

Um Plattensandstein kann es sich nach dem bisherigen und angesichts der Beschaffenheit des Gesteins unmöglich mehr handeln; es liegt vielmehr ganz offenbar in diesem insgesamt 10 m mächtigen, in der Gesteinsart lebhaft wechselnden Schichtenstoß das Äquivalent des badischen Karneolhorizontes vor. Insbesondere deutet darauf hin die Erwähnung gelber Farben im Bohrbericht; die Mächtigkeit, 10 m, würde durchaus entsprechen; daß Karneol selber nicht genannt wird, spricht durchaus nicht gegen

diese Deutung, wenn man bedenkt, daß dies Mineral tatsächlich in manchen Aufschlüssen des „Karneol"- oder „Karneol-Dolomit"-Horizontes überhaupt fehlt.

134—157 m folgen „hellfarbige, sehr harte Sandsteine", und darunter die ersten Konglomerate. Ganz unzweifelhaft handelt es sich um die „geröllfreien, hellfarbigen, glitzernden" Sandsteine. Der Farbenumschlag von dem bunten Karneolhorizont war offenbar aufgefallen; die einförmige petrographische Beschaffenheit steht in scharfem Gegensatz zu jenem bunten Wechsel. Diese Gesteinsfolge ist auf Bl. Königsfeld—Niedereschbach (bei Königsfeld selbst) bis zu 20 m mächtig, auf Blatt Villingen 20—30 m, beides Mächtigkeiten, die gut zu den 23 m der Rottweiler Bohrung passen; auf Blatt Schramberg (s. o.) erreichen sie nach BRÄUHÄUSER's Angaben über 15 m, und ähnlich steht es auf dem nördlich daran anschließenden Blatt Alpirsbach, wo BRÄUHÄUSER 10—15 m über dem Hauptkonglomerat einen Fährtenhorizont[1] beschreibt, der noch in der Region dieser glitzernden, hartverkieselten Sandsteine liegt (vgl. Erläuter. zu Blatt Alpirsbach S. 49). Aber noch viel weiter nach Norden lassen sich diese verkieselten Sandsteine verfolgen: auf den Blättern Dornstetten, Altensteig, Simmersfeld, Enzklösterle, Calw (?), ja bis mindestens Wildbad liegen stets im untersten Teil der auf den entsprechenden Erläuterungen als „Plattensandsteine" bezeichneten unteren Abteilung des Oberen Buntsandsteins derartige Sandsteine, die stratigraphisch ganz zweifellos den „geröllfreien, hellfarbigen, glitzernden Sandsteinen" entsprechen müssen. Über ihnen pflegt dann ein Karneol-Dolomit-führender Horizont zu folgen, der wohl dem badischen Karneolhorizont entsprechen muß, — wenn auch in höheren und tieferen Zonen eine Wiederholung dieser Fazies sich einstellen mag.

Diese Zone „geröllfreier usw." Sandsteine liegt also längs dem Schwarzwaldrand mindestens von Alpirsbach bis nach Villingen in ziemlich gleichmäßiger Ausbildung und Mächtigkeit von durchschnittlich 15 m, läßt sich aber auch nach Norden bis mindestens Wildbad verfolgen und schwillt nach Süden auf 20—30 m an. Mit der weiteren Entfernung vom Schwarzwald mag sie verschwinden (Sulz—Glatt. Oberndorf?).

Nach württembergischer Auffassung läge also die Untergrenze des Oberen Buntsandsteins bei 157 m unter Tage; seine Mächtigkeitsverhältnisse sind folgende:

[1] Über Fährtenplatten im Oberen Buntsandstein des württemb. Schwarzwaldes. Neues Jahrb. f. Min. etc. Jahrg. 1910. Bd. II. S. 123—130.

3 m	Röth-Tone	3 m sor
7 m	Plattensandstein	40 m so
10 m	Karneolhorizont	
23 m	geröllfr., hellfarb., glitzernde Sandsteine	

Es zeigt sich also, daß die Mächtigkeiten in so (oberer Buntsandstein ausschließlich des Röth sor) fast genau dieselben sind, wie auf dem westlich an Blatt Rottweil anschließenden badischen Blatt Niedereschach—Königsfeld (6—7 m Plattensandstein, 10 m Karneolhorizont, zusammen ca. 17 m Oberer Buntsandstein badischer Auffassung), und nur ein wenig größer als auf Blatt Villingen (4 m Plattensandstein, 10 m Karneolhorizont), d. h. im Südwesten. Auch mit dem unmittelbar südlich liegenden Gebiet — Blatt Schwenningen — herrscht, wie die neue dortige Bohrung zeigen wird, völlige Übereinstimmung; weiter im Osten liegt der Buntsandstein bekanntlich in der Tiefe. — Die Bohrung Oberndorf (s. o.) zeigt scheinbar zunächst eine Abnahme (ca. 31 m Oberer Buntsandstein), aber noch weiter im Norden, auf Blatt Sulz, sind 33 m, auf Blatt Dornstetten wieder 35—40 m Plattensandstein vorhanden, wobei man allerdings aus den Erläuterungen von Ax. Schmidt entnehmen kann, daß sowohl die Zone der geröllfreien, hellfarbigen, glitzernden Sandsteine, als auch der Karneolhorizont sich mehr oder weniger deutlich innerhalb dieser „Plattensandsteine" zu erkennen geben (s. o.). Entsprechende Verhältnisse treffen wir auf Blatt Altensteig, wo die als „Plattensandstein" zusammengefaßte Schichtfolge 37 m, ferner auf Blatt Enzklösterle, wo sie 40 m, Blatt Simmersfeld etwa 35 m, Blatt Calw etwa 40 m mächtig ist. Es fällt auf, wie gleichmäßig die Ablagerungsverhältnisse in diesem Gebiet des nördlichen Schwarzwaldes um diese Zeit des Oberen Buntsandsteins bereits gewesen sein müssen.

Es ist kein Zweifel, daß sich die in Baden geläufige Gliederung längs dem ganzen württembergischen Schwarzwaldrand recht gut durchführen ließe, und daß dann erst recht die sehr weitgehende Übereinstimmung in der Ausbildung des Oberen Buntsandsteins am östlichen Schwarzwald zum Ausdruck käme; besonders wenn man dabei den Charakter des südlichen Schwarzwaldes als des alten Abtragungsgebietes noch während der Zeit des Oberen Buntsandsteins im Auge behält, denn daraus werden die Unterschiede in der Mächtigkeit gewisser Abteilungen am besten gewürdigt.

Der Bohrbericht verzeichnet weiter:

157—165 m „erstes Konglomerat"

165—180 m „roter harter Buntsandstein"

180—193 m „zweites Konglomerat"
193—206 m „roter Buntsandstein"
206—209 m „harter quarziger Sandstein, weiß und grau"
209—215 m „roter Buntsandstein mit mehreren großen kalkhaltigen Verkieselungen".

Bei 215 m ist offenbar das Rotliegende erreicht. Von 209 m Tiefe ab liegen endlich Bohrproben und nähere Mitteilungen des Bohrmeisters vor; es ist die Tiefe, in welcher das Bohrloch von mir bei Beginn meiner Arbeiten angetroffen wurde.

Die Mächtigkeit des Gesamt-Buntsandsteins unter dem Oberen beträgt demnach im Bohrloch 58 m, die auf seine mittlere und untere Abteilung entfallen: demgegenüber beträgt sie in der Bohrung von Oberndorf 120,4 m und in derjenigen von Sulz 122 m.

Ganz offenbar entsprechen die oberen 8 m Konglomerat dem Hauptkonglomerat smc 2 der badischen und württembergischen Aufnahme, die unteren 13 m hingegen gehören zum Eck'schen Konglomerat smc 1; dazwischen liegen 15 m harter Sandstein. Indessen ist anzunehmen, daß das Eck'sche Konglomerat nicht lediglich durch die 13 m „Zweites Konglomerat" dargestellt wird, sondern daß der „rote Buntsandstein" 193—206 m gleichfalls noch dazu zu rechnen ist. Gerölle sind zwar hier keine gefunden worden, und eine Bohrprobe liegt nicht vor, indessen ist ja bekannt, daß die Gerölle innerhalb des Konglomerat-Horizontes oft stark zurücktreten können. Mit den weiß und grau gefärbten Sandsteinen würde dann der Untere Buntsandstein beginnen und bis zu 215 m anhalten, so daß sich für das Eck'sche Konglomerat smc 1 eine Mächtigkeit von 26 m ergäbe, für den gesamten Mittleren Buntsandstein eine solche von 49 m, und für den Unteren 9 m.

Zum Vergleich beträgt auf Blatt Villingen die Mächtigkeit von Haupt- + Eck'schem Konglomerat, die durch keinerlei Zwischenmittel getrennt sind, 12 m, wovon durch F. Schalch zu smc 2 8 m, zu smc 1 aber 4 m gerechnet werden; entsprechend liegt es auf Blatt Königsfeld—Niedereschach. Auf beiden Blättern fehlt Unterer Buntsandstein ganz. Noch weiter im Süden, auf Blatt Donaueschingen, liegt ca. 5 m Buntsandstein, zu unterst konglomeratisch, oben bereits dem geröllfreien, hellfarbigen, glitzernden Sandstein entsprechend, unmittelbar auf dem Grundgebirge; und auf Blatt Bonndorf und Stühlingen schließlich fehlt selbst der mittlere Buntsandstein völlig.

---

[1] Ax. Schmidt, Drei Tiefbohrungen usw.

Nach Norden und Nordwesten von der Rottweiler Bohrung ändern sich die Verhältnisse in umgekehrter Weise; die Oberndorfer Bohrung scheidet leider mangels einer durchführbaren Einzelgliederung aus[1]. Die Bohrung von Sulz a. N. hingegen zeigt bereits ein starkes Anschwellen des gesamten Mittleren Buntsandsteins: die Zahlen im einzelnen sind:

Hauptkonglomerat	44 m
Bausandstein	14 m
Eck'sches Konglomerat . . .	54 m
Mittl. Buntsandstein zus. .	112 m.

Darunter folgen nur 10 m Unterer Buntsandstein.

Die Bohrung von Dettingen, noch weiter im Norden und vom Schwarzwald-Kristallin noch weiter entfernt, ergibt:

Hauptkonglomerat	50 m
Bausandstein + Eck'sches Konglom.	69 m
Mittl. Buntsandstein zus.	119 m
Unterer „ „	7 m

(nach Ax. Schmidt a. a. O.)

Westlich der Oberndorfer Bohrung, d. h. nordwestlich der Rottweiler Bohrung mögen noch die Verhältnisse auf Bl. Schramberg herbeigezogen werden, während Blatt Alpirsbach wegen der zu großen Entfernung und Mächtigkeit des Buntsandsteins wohl ausscheiden kann. Auf Blatt Schramberg ist das Hauptkonglomerat im Süden ca. 18 m mächtig und schwillt im Norden auf max. 30 m an; die geröllfreien Lagen darunter schwanken zwischen 0 und wenigen Metern, und nehmen nach Norden an Mächtigkeit zu. Das Eck'sche Konglomerat hingegen hat eine ziemlich konstante Mächtigkeit von etwa 70 m. Der untere Buntsandstein wieder schwankt zwischen 0 und 30 m.

Zusammenfassend kann man also sagen, daß das Hauptkonglomerat in Rottweil dieselbe Mächtigkeit zeigt, wie im westlich anschließenden Schwarzwaldgebiet, während nach Süden die Mächtigkeit immer geringer wird, bis es ganz verschwindet. Nach Nord und Nordwest hingegen schwillt es an, ist jedoch — je näher dem kristallinen Kern des Schwarzwaldes — desto weniger mächtig (Blatt Schramberg südlicher Teil ca. 18 m, auf dem westlich anschließenden badischen Blatt Hornberg nur 2—3 m).

Die geröllfreien Sandsteine (Bausandstein) unter dem Hauptkonglomerat sind auf den badischen Blättern westlich Rottweil ebensowenig entwickelt, wie im Süden; im Nordwesten verschwinden sie gleichfalls gegen den kristallinen Schwarzwald zu mehr

und mehr, während sie weiter von ihm entfernt (Bohrung Sulz!) ähnliche Mächtigkeit wie in Rottweil zeigen.

Das Eck'sche Konglomerat, im Westen sehr wenig mächtig, im Süden teilweise kaum angedeutet, ist im Nordwesten und Norden bereits über 50 m mächtig.

Die Mächtigkeit des Mittleren Buntsandsteins (ohne Hinzurechnung der über dem Hauptkonglomerat liegenden „geröllfreien, hellfarbigen usw." Sandsteine) nimmt also im ganzen von Norden und Nordosten gegen den älteren Schwarzwaldkern allmählich ab, — und auch in seinen einzelnen Unterabteilungen läßt sich eine solche Abnahme feststellen, abgesehen von Einzelheiten, die sich aus dem stärkeren faziellen Wechsel während des Übergreifens dieser Schichten über den noch nicht völlig eingeebneten und in verschiedener Weise Material liefernden Schwarzwald erklären lassen.

Der Untere Buntsandstein mit 9 m Mächtigkeit (206 bis 215 m) entspricht völlig den Befunden in den Bohrlöchern Sulz a. N. mit 10 m, und Dettingen mit 7 m; im Nordwesten (Blatt Schramberg) schwankt die Mächtigkeit zwischen 0 und 30 m, weiter im Westen und Südwesten fehlt er bekanntlich ganz. Zwar handelt es sich nicht durchweg um hellgraue, milde Sandsteine, wie etwa in der Bohrung von Sulz (Erläuterungen zu Blatt Sulz), sondern es liegen 206—209 m harte quarzige Sandsteine, und 209—215 m roter Sandstein mit großen kalkhaltigen Verkieselungen vor. Indessen erwähnt Bräuhäuser auf Blatt Schramberg gleichfalls sehr harten Kieselsandstein. Die Bohrprobe aus 209 m zeigt kieselige Konkretionen, deren hohle Mitte kleine Kalkspatskalenoeder und etwas Braunstein-Mulm zeigt; die Sandkörner sind fast durchweg scharfkantig, nicht abgerollt, — alles Merkmale, die Bräuhäuser für das genannte Blatt gleichfalls hervorhebt. — Die Probe aus 212—215 m zeigt z. T. recht grobkörniges Material (vgl. Erläuter. zu Bl. Schramberg S. 41!).

Die folgende Probe 215—218 m zeigt nun mit erheblichem Farbenumschlag dunkelgrauen Sand, in welchem noch hohle, mit Kalkspatskalenoedern besetzte, kieselige Konkretionen liegen, daneben aber auch die ersten durchaus eckigen Geschiebe von quarzreichem Gneis; das Bohrwasser zeigt trübrote, fast ziegelrote Farbe. Offenbar haben wir also Rotliegendes vor uns, dessen Obergrenze somit bei 215 m unter Tage liegt.

Das Profil ist nunmehr folgendes:

218—221 m Sand, wie oben, darin zahlreiche eckige Geschiebe von serizitischem, biotitreichem, sehr stark zermürbtem und verwittertem Gneis.

221—224 m desgleichen, die Gneisgeschiebe sind stark verruschelt und voll Harnischen; es wechseln darin quarzreiche Lagen mit pegmatitischen Partien.

224—227 m Sand mit Konkretionen, ferner Gneisstückchen wie bisher. Die ersten Karneol-Schnüre in festeren, arkoseartigen Sandsteinen. — Offenbar wird damit die Karneol-Dolomit-Region des Oberen Rotliegenden eingeleitet.

227—230 m Sand wie bisher mit Quarz- und biotitreichem Gneis.

233—236 Im Sand sind kaolinreiche Partien; z. T. Sandstein mit kalkigem Bindemittel (Konkretionen?); sehr mürbe Gneisgeschiebe.

237 m Der Bohrschlamm macht den Eindruck von aufgearbeitetem geschlämmtem biotitreichem Gneis.

237,5-239 m Biotitreicher Sand mit Gneisgeschieben, wie oben.

239—245 m Sand wie oben, biotitärmer, aber viel Gneisgeschiebe, die z. T. recht frisch, z. T. Roteisenanreicherung zeigen.

245—248 m Sand wie oben, tonig, glimmerreich, z. T. ganz kaolinisierte Gneisstückchen; feste karneolgebänderte Sandsteinstücke.

248—254 Tonreicher braunroter Sand, gibt beim Schlämmen trüb weinrotes Wasser, braust mit Salzsäure schwach, darin karneolführender Sandstein.

254—257 m Wieder dunkelgrauer Sand, wie weiter oben, mit kaolinisiertem, z. T. ganz biotitischem Gneis.

257—260 m Wie oben, Sand braust mit Salzsäure schwach, dunkle, serizitische, zersetzte Gneisgeschiebe.

260—263 m Sand mit einzelnen karbonatischen Sandsteinpartien, Gneiseinschlüsse wie oben.

264,35 m Sand mit carbonatischen Partien.

Bei dieser Tiefe wurde die Bohrung, ohne das gewünschte Wasser gefunden zu haben, eingestellt.

Diese gesamte von 215—264,35 m durchbohrte Schichtfolge von rund 50 m gehört dem Rotliegenden, und zwar dessen oberer Abteilung an; das Vorkommen der Karneole, des Karbonates und das deutliche Fehlen aller eruptiven Komponenten bezeugen dies.

Leider hat die Bohrung somit den kristallinen Untergrund nicht erreicht.

Ein gewisses Interesse beanspruchen die im Bohrloch angetroffenen Wasserverhältnisse. Nach Angaben des Bohrmeisters ist Wasser erst bei 185 m, d. h. im Bereich des Eck'schen Konglomerates

(s. o.), gekommen; es stieg im Rohr bis auf 102 m unter Terrain. Bei unausgesetztem 1·10 stündigem Probepumpen und einer Wasserentnahme von 8 sek/l sank der Wasserstand auf 108 m. Das Wasser zeigte zunächst 26 deutsche Härtegrade, später 31. — Dieses Wasser kann demnach nur als Muschelkalk-Wasser angesprochen werden, das offenbar auf Klüften in die Tiefe geraten sein muß. Vergleichsweise sei erwähnt, daß bei einer Bohrung im „Englischen Garten" in Stuttgart 7½ sek/l von ganz entsprechendem Härtegrad gewonnen wurden, die aus dem Mittleren Muschelkalk stammten. (Mündliche Mitteilung des früheren Leiters des Städtischen Wasserwerks in Stuttgart.)

Bis zum Ende des Bohrlochs erfolgte dann kein weiterer Wasserzufluß.

Die Schwenninger Bohrung.

In denselben Jahren bohrte eine Firma in Schwenningen auf Wasser, das man in demselben geologischen Horizont, wie in der Rottweiler Bohrung, zu finden hoffte; auch hier handelt es sich um eine Meißelbohrung.

Der Vorschacht, bis 7,80 m, entblößte tonig-dolomitische Schichten der Lettenkohle, die zunächst auch im Bohrloch anhielten; es liegen verschiedene Proben von großenteils mergelig-dolomitischen Gesteinen vor, die wohl ziemlich wahllos aufgesammelt worden sind.

Bei 13,20 m trat Wasser auf, das bis 5,5 m unter Terrain aufstieg und bereits bei 13,50 m wieder abging; das Wasser entstammt wohl den dunklen, tonigen Lettenschiefern der unteren Lettenkohle, die als Wasserhorizont auf Bl. Rottweil und Schwenningen 1 : 25 000 (s. Erläuterungen) bekannt sind. Offenbar liegt deren Untergrenze etwa bei 13,50 m unter Tage, und in den unmittelbar darunter folgenden Dolomiten ist das Wasser wieder versunken.

Mit der Bezeichnung 13,20—15,80 m findet sich dann ein Stückchen *Trigonodus*-Dolomit mit *Gervilleia subcostata*; die Grenze Lettenkohle/Muschelkalk mag also bei etwa 15 m Tiefe angenommen werden.

Über Gliederung und Mächtigkeit des Oberen Muschelkalks kann nichts Wesentliches ausgesagt werden, da die Bohrproben zu mangelhaft aufgesammelt worden waren; aus 62 m Tiefe stammt ein Stück Trochitenkalk, aus 74 m ein Stück ähnlichen, kristallinen, feinkörnigen Kalkes. Bei 76,30 m findet sich ein hellgrauer, fester, dolomitischer Mergel, der vielleicht zu den von M. Schmidt (Erläuter.

Blatt Schwenningen S. 17) beschriebenen Bänken des Trochitenkalkes gehören mag, wahrscheinlicher aber bereits zum Mittleren Muschelkalk gehört. Ähnliche Gesteine folgen bei 79,80 m, und von nun an bis etwa 100 m herrschen typische Gesteine des Mittleren Muschelkalks vor: Schiefer, dolomitische Mergel, Hornsteine usw. Gips selbst findet sich hingegen in keiner Probe. — Die Mächtigkeit des Hauptmuschelkalks würde also recht gut mit der von M. SCHMIDT (a. a. O.) festgestellten übereinstimmen („gegen 65 m"), und wir hätten die Grenze zum Mittleren Muschelkalk auf etwa 76 m Tiefe anzusetzen.

Von 100 m ab werden die Aufsammlungen ganz ungenügend; von Zeit zu Zeit liegt nur etwas Bohrschlamm vor.

Aus 120 m findet sich Bohrschlamm mit dem Vermerk: „Reaktion auf Salz"; auch nach einer vom Bohrmeister gemachten Profilzeichnung wurde bei ca. 150 m eine Abdichtung auf 13 m Erstreckung gemacht, weil das Wasser salzhaltig war. Unterhalb des Salzes soll dann „Kohlensäure-Ausströmung" stattgehabt haben; genauere Angaben waren nicht zu bekommen. Überhaupt fehlen leider für den ganzen weiteren Mittleren und für den Unteren Muschelkalk jegliche Angaben. Es sind keinerlei Proben vorhanden, aus denen sich etwa über die Verteilung von Salz oder Gips im mittleren Muschelkalk auch nur das geringste entnehmen ließe. Lediglich auf der Profilzeichnung des Bohrmeisters ist, offenbar nach Angabe irgend eines Geologen, die Grenze des mittleren zum unteren Muschelkalk auf 167 m angesetzt; dies entspräche einer Mächtigkeit des intakten mittleren Muschelkalks, d. h. samt Anhydrit und Salz, von etwa 90 m, wie sie M. SCHMIDT (a. a. O.) als annähernd angibt.

Da bei 202 m der nicht zu übersehende Farbenumschlag mit dem Beginn des Röth erfolgt, so würde der untere Muschelkalk nur etwa 35 m mächtig sein; nach dem Ansatz von M. SCHMIDT beträgt seine Mächtigkeit auf dem benachbarten Blatt Rottweil, wo er vollständig aufgeschlossen ist, ca. 50 m. Es ist somit wahrscheinlich, daß man die Grenze Mittlerer/Unterer Muschelkalk etwas höher hinauf rücken muß, d. h. auf etwa 155 m Tiefe.

Festen Boden erhalten wir wieder durch die Probe aus „202—205 m", die unverkennbaren Röth-Ton enthält; diese Mächtigkeit von 3 m stimmt mit derjenigen des Rottweiler Bohrlochs und der weiteren Umgebung überein.

Die nächste Probe stammt erst wieder aus 212 m: es waren offenbar grobkörnige, recht bunt gefärbte Sandsteine, die im ganzen einen gelbgrauen Farbton zeigen; zwischen 205 und 212 m fehlt jede Probe;

es waren eben Gesteine von einer den Röthtonen entsprechenden Farbe, die dem Bohrmeister daher wohl nicht weiter auffielen. Wir gehen gewiß nicht fehl, wenn wir die Plattensandsteine hierhin setzen; die Mächtigkeit von 7 m stimmt wieder völlig mit dem Befund im Rottweiler Bohrloch.

Von 212—216,5 m liegen dann die eben genannten Proben vor; ferner von 221,5—224,5 m sehr feinsandiger Bohrschlamm. Diese Proben zeigten alle (es sind im ganzen 5) einen sehr deutlichen Dolomitgehalt; man wird also diese Gesteine zwanglos dem Karneolhorizont eingliedern können, dessen Mächtigkeit freilich damit etwas größer wäre, als gewöhnlich, nämlich 12 m, wenn anders der Bohrschlamm aus 224,5 m Tiefe zuverlässig ist.

Nunmehr folgen bei 228,6 m glitzernde Kieselsandsteine; leider sind die folgenden Aufsammlungen wiederum kaum zu gebrauchen, da sie lediglich beliebige Schlämmprodukte aus den durchsunkenen Gesteinen darstellen. Nach dem Bohrbericht erschien von 229 m ab Konglomorat; Proben aus 232,60 und 235 m zeigen recht grobkörnigen dunklen Sand mit vielen ausgesprochen gerundeten Komponenten.

Eine Löffelprobe von 240 m zeigt kleine Stückchen von Gneis, desgleichen eine von 241 m; es folgen verschiedene Spülproben, die nicht verwertbar sind, dann eine Löffelprobe von 248,7 m mit Gneisstückchen. Spül- und Schlammproben von 251—270 m könnten wiederum Buntsandstein vortäuschen, wie dies auch der Bohrbericht vermeldet. Die letzten Proben 271—275,8 m geben wieder unverkennbar Gneis. Zum Schluß der Bohrung wurde dreimal gesprengt; bei 275,8 m, bei 263 und bei 230,8 m; offenbar von dem ersten Schuß (275,8 m) stammender Gneis in größeren Stücken bildet den Abschluß der Bohrproben; es ist recht verschiedenartiges, renchgneisähnliches Gestein.

Die Deutung dieses unteren Teils der Bohrung von etwa 224,5 m ab stößt auf größte Schwierigkeiten. Unter dem Karneolhorizont folgt zunächst deutlich das Äquivalent der geröllfreien, hellfarbigen, glitzernden Sandsteine, scheinbar aber, nach einem Vermerk im Bohrprofil, nur bis zu etwa 230 m; das ergäbe eine Mächtigkeit von höchstens 8 m gegenüber 23 m im Rottweiler Bohrloch! Freilich schwankt die Mächtigkeit dieser Stufe auf dem westlich an Blatt Schwenningen anschließenden badischen Blatt Villingen einigermaßen, da F. Schalch in den Erläuterungen S. 20 zwar 20—30 m angibt, in dem „normalen Schichtenprofil" aber auf den Rand des Blattes

nur 15 m; auf dem südlich hieran anschließenden Blatt Donaueschingen vollends mag die Mächtigkeit etwa 2,5 m betragen. So wäre der rasche Wechsel zu dem geringen Maß von 6—8 m im Schwenninger Bohrloch angesichts der Nähe des kristallinen Schwarzwald-Kerns schon verständlich; immerhin erscheinen die Aufzeichnungen des Bohrmeisters doch zu wenig zuverlässig, um eine solche Folgerung über jeden Zweifel hinaus sicherzustellen.

Über Mächtigkeit und Beschaffenheit des Konglomerates läßt sich gleichfalls leider aus den Bohrproben gar nichts aussagen; ob die zahlreichen Gneisstückchen, welche eine Löffelprobe aus 240 m enthält, dem Eck'schen Konglomerat entstammen, erscheint doch zweifelhaft, eher möchte man bereits an den anstehenden Gneisuntergrund denken, da jegliches Quarzgeröll fehlt. In diesem Fall wären nur 10 m Konglomerat vorhanden; aber auch diese Zahl hätte durchaus nichts Unwahrscheinliches, da auf Blatt Villingen für Eck'sches + Hauptkonglomerat, die dort unmittelbar aufeinander folgen, 12 m angegeben werden; auf Blatt Donaueschingen mögen es etwa 2 m Konglomerat sein.

Die Löffelproben aus 248,7 m zeigen grobe Stücke von Gneis, der nur aus dem anstehenden Gneisuntergrund stammen kann; die folgenden sandigen Proben (s. o.) könnten freilich den Verdacht erregen, ob nicht infolge einer Störung ein zweites Mal Buntsandstein aufgeschlossen sei; die Beschaffenheit der Proben läßt ein einwandfreies Urteil nicht zu, erst bei 273,4 m liegt wieder unzweifelhafter Gneisuntergrund. Sehr wesentlich ist jene Entscheidung nicht; indessen sollte man annehmen, daß eine Störung, wenn wirklich vorhanden, doch auch zu Tage irgendwie sichtbar sein müßte, und der Geologischen Spezialaufnahme kaum entgangen sein würde, zumal die Sprunghöhe immerhin etwa 25 m betragen müßte.

Zusammenfassend kann die Mächtigkeit des Buntsandsteins auf etwa 40 m angegeben werden, wovon 3 m auf das Röth, 7 m auf Plattensandstein und ca. 10 m auf den Karneolhorizont entfallen; auf den Rest — knapp 20 m — kommen höchstens 8 m geröllfreie, hellfarbige, glitzernde Sandsteine, das übrige ist Konglomerat, innerhalb dessen eine Trennung nicht möglich und auch für diesen Fall nicht wesentlich ist.

Da bei spätestens 248,7 m, wahrscheinlicher schon bei 240 m der Gneis ansteht, so ist kein Platz für Rotliegendes, das demnach in der Schwenninger Bohrung fehlt, es sei denn, daß man geneigt

sein sollte, die Gneisbrocken aus 240 m als eine Aufarbeitung des Gneisuntergrundes aus der Rotliegend-Zeit aufzufassen. Aber dafür erscheint der Gneis doch zu frisch. — Das Fehlen des Rotliegenden stimmt im übrigen gut überein mit der geringen Entwicklung dieser Formation auf den westlich benachbarten badischen Blättern Villingen und Königsfeld—Niedereschach.

Zur Wasserführung im Bohrloch ist noch zu erwähnen, daß der Bohrbericht zwischen 205 und 217 m, d. h. im Bereich des Plattensandsteins und des oberen Teils des Karneolhorizontes Wasser mit 36, bei 251 m solches von 27—28 deutschen Härtegraden und bei 257 m wieder „hartes" Wasser verzeichnet. Offenbar ist also auch hier das Gebirge einigermaßen zerklüftet, so daß Muschelkalk-Wasser — denn um solches kann es sich angesichts der großen Härte allein handeln! — in tiefere Regionen eindringen kann; die Abdichtungen im Bohrloch waren, nach dem Bericht, durchaus verläßlich, und es ist demnach nicht anzunehmen, daß etwa im Bohrloch selber das harte Wasser von oben her zugeflossen wäre.

Die Bohrung ist als ergebnislos eingestellt worden; auch hier ist das erwartete weiche Wasser ausgeblieben.

Die wichtigsten geologischen Ergebnisse der Bohrungen.

Es ist bereits des näheren ausgeführt worden, daß die Entwicklung des Buntsandsteins in den beiden Bohrlöchern, besonders in dem besser bekannten Rottweiler, sich der normalen Gliederung dieser Formation im angrenzenden badischen Schwarzwald vorzüglich anschließt. Aber auch wenn man die Erläuterungen zu den angrenzenden württembergischen Blättern aufmerksam liest, entgeht nicht, daß im Grund genommen auch hier eine viel größere Übereinstimmung mit den badischen Vorkommen herrscht, als es auf den ersten Blick und mit Rücksicht auf die verschiedene Gliederung scheint.

Ob die Abteilung der geröllfreien, hellfarbigen glitzernden Sandsteine nun zum Oberen oder zum Mittleren Buntsandstein gezogen wird, — jedenfalls kehrt scheinbar überall, bis nach Wildbad und Calw, an der oberen Grenze dieser Gesteine eine Zone wieder, die (erstmals in dieser stratigraphischen Lage!) die Merkmale des badischen Karneolhorizontes zeigt, und über der erst der eigentliche „Plattensandstein" folgt. Vielleicht wäre bei späteren Aufnahmen im württembergischen Schwarzwald mit dieser Gliederungsmöglichkeit zu rechnen.

Die Mächtigkeit des Oberen Buntsandsteins (nach württemberg. Auffassung s. S. 4 ff.) — im Rottweiler Bohrloch zusammen 43 m, im Schwenninger nur noch etwa 28 m — liegt durchaus im Rahmen der in der Umgebung bekannten Mächtigkeiten, wie dies im einzelnen dargelegt worden ist; desgleichen diejenigen des Mittleren Buntsandsteins: 49 m in Rottweil, ca. 10 m in Schwenningen; der Untere ist in Rottweil 9 m mächtig, in Schwenningen fehlt er ganz.

Wichtiger ist das Vorkommen und die starke Entwicklung des Rotliegenden; es bedeutet entschieden eine gewisse Überraschung. In dem westlich liegenden Schwarzwaldgebiet (Blatt Königsfeld—Niedereschach) ist Rotliegendes nur schwach entwickelt; abgesehen von einigen Deckenporphyren des mittleren Rotliegenden ist oberes Rotliegendes nur spurenweise vorhanden. Ähnliches gilt für das auf Blatt Villingen allein bekannte Mittelrotliegende. Im Gegensatz hierzu ist die mächtige Entwicklung dieser Formation in Schramberg bekannt: seit den wichtigen Ausführungen von H. Eck über die Steinkohlenbohrungen im Schwarzwald (Württ. Jahreshefte 1887 S. 322) wird allgemein angenommen, daß die Verbreitung des Rotliegenden etwa SW—NO gerichteten Linien entspricht, so daß man geradezu von Talzügen reden kann, in denen der „Rotliegend-Schutt" aufgehäuft wurde. Entsprechend zeigten die Bohrungen von Sulz a. N. und Oberndorf recht mächtiges Rotliegendes, das als Fortsetzung des Schramberger Vorkommens ganz zwanglos im Eck'schen Sinn gedeutet werden konnte[1]. Da nun die Bohrungen im Kirnbachtal südlich Schramberg rascher auf Granit stoßen (s. H. Eck), war hier die Süd- bezw. Südostgrenze jenes Rotliegend-Vorkommens zu suchen. Nun ist zwar die volle Mächtigkeit des Rotliegenden in Rottweil unbekannt geblieben; immerhin erreicht schon das allein gefundene Oberrotliegende dieselbe Mächtigkeit, wie auf dem nördlich des Schramberger Gebietes liegenden Blatt Alpirsbach. In der Dunninger Bohrung, ca. 10 km WNW von der Rottweiler, sind noch ca. 128 m Oberrotliegendes unmittelbar auf Granit erbohrt worden. In Schramberg selbst wurden durch die 2 Bohrungen im Schloßgarten und in der Weihergasse 287,5 bezw. 500 m Rotliegendes, davon 250 bezw. 265 m Oberrotliegendes im ganzen fest-

[1] Erläuterungen zu Bl. Schramberg. — M. Bräuhäuser, Beiträge zur Kenntnis des Rotliegenden an der oberen Kinzig. — Mitt. d. Geol. Abteilg. des Württ. Statist. Landesamts Stuttgart 1910. — Ders., Die Herkunft der kristallinen Grundgebirgsgerölle in den Basalttuffen der Schwäb. Alb. — Württ. Jahreshefte. 74. Jahrgang. 1918.

gestellt. Die Entfernung von Schramberg nach dem fast rein östlich gelegenen Dunninger Bohrloch beträgt 10 km; auf diese Entfernung hin vermindert sich die Mächtigkeit des Gesamtrotliegenden bereits auf 128,5 m, Mittel- und Unterrotliegendes sind nach der Eck'schen wohl einwandfreien Deutung nicht mehr vorhanden. Nur wenig südlich von der Verlängerung jener Linie um weitere 10 km nach Osten liegt nun die Rottweiler Bohrung mit mindestens 50 m Oberrotliegendem.

Diese Feststellung muß die Eck'sche, bisher im allgemeinen bestätigte Annahme von der SW—NO-Erstreckung der Rotliegend-Ablagerungsgebiete doch ein wenig modifizieren. Von Schramberg über Dunningen nach Rottweil findet offenbar eine ziemlich allmähliche Abnahme der Mächtigkeit des Rotliegenden, und insbesondere des Oberrotliegenden statt, d. h. in der Richtung von WNW nach OSO. — Ebenso ändert sich auch dessen Zusammensetzung: während bei Schramberg (s. Erläuterung) gerollte Geschiebe, besonders zahlreiche Ganggranite, aber auch sonstige Granite vorkommen, und Eck für Dunningen (a. a. O.) unter einem deutlich ausgeprägten Dolomit-Karneol-Horizont von knapp 17 m besonders Granit-Konglomerate erwähnt, haben sich in Rottweil ausschließlich Gneise, und zwar scheinbar Renchgneise, zum größten Teil stark zersetzt, gefunden. Gerollte Geschiebe von Gneis; Granit oder Quarz fehlen anscheinend ganz. Das Gestein macht durchaus den Eindruck von lokal aufgearbeitetem Gneisuntergrund, der wohl unmittelbar unter dem Oberrotliegenden — ohne Zwischenlage von Mittel- oder Unterrotliegendem — liegen dürfte.

Eine deutliche Abtrennung einer Karneol-Dolomit-Zone mehr im oberen Teil, wie bei Dunningen (s. Eck), läßt sich insofern nicht durchführen, als noch bei 248—254 m, d. h. 40 m unter der Oberrotliegend-Hangendgrenze, Karneol vorkommt, und noch bei 264,35 m der Sandstein Dolomitgehalt zeigt.

Es ist nach allem ganz ausgeschlossen, daß in Rottweil etwa der Nordostausläufer eines weiteren, südlich oder südöstlich des Schramberger Rotliegenden-Zentrums liegenden Vorkommens dieser Formation getroffen wäre. Will man an dem von H. Eck gegebenen Bild von der Verteilung des Rotliegenden festhalten, wozu genügend Veranlassung gegeben ist, so muß man das neue Oberrotliegende von Rottweil als südliche Randfazies des großen, nicht von SW nach NO, sondern von Schramberg aus in weiter Fläche nach NO, O und zum mindesten auch OSO sich verbreiternden Rotliegend-Vorkommens auffassen. „Die von H. Eck angenommene Mulde

am Ostrand des Triberger Granitmassivs besteht" also, wie auch E. FRAAS[1] betont, „in der Tat"; indessen erstreckt sich ihre Achse nicht einfach von SW nach NO, sondern sie erweitert sich in einiger Entfernung vom Triberger Granit, und damit vom kristallinen Schwarzwald, gegen Osten zu erheblich nach beiden Seiten.

Damit würde der bekannten ECK'schen Deutung von dem variszischen Streichen der Rotliegend-Schuttmulden kein Abbruch geschehen; die starke Verbreiterung des Ablagerungsgebietes schon in geringer Entfernung von dem heute zutage tretenden Schwarzwald-Kristallin zeigt nur, wie stark bereits zu damaliger Zeit die Abtragung den alten Gebirgsstock eingeebnet hatte.

Schließlich ist von Interesse, daß wohl in beiden Bohrlöchern im Untergrund Gneis ansteht, im Gegensatz zu Dunningen (s. o.); für die Schwenninger Bohrung ist dies erwiesen, und der große Reichtum an Gneisstücken im Oberrotliegenden der Rottweiler Bohrung macht es gleichfalls wahrscheinlich. Er ist es auch, der die auch sonst naheliegende Vermutung fast zur Gewißheit macht, daß tiefere Rotliegendablagerungen, etwa mittleres Rotliegendes, hier nicht vorhanden sind. So weit man nach den Proben urteilen kann, ist das Oberrotliegende von Rottweil entstanden als eine Aufarbeitung des aus Renchgneis bestehenden Untergrundes.

Die Tatsache, daß beide Bohrungen erfolglos geblieben sind, ist nicht ohne weiteres verständlich. Der Buntsandstein konnte wohl als Wasserhorizont aufgefaßt werden; das Hauptkonglomerat ist z. B. in der Gegend von Schiltach und an der Kinzig überhaupt vielfach wasserführend, ferner z. T. auch der Untere Buntsandstein. Vor allem aber ist in weiten Teilen des Schwarzwalds die Grenze des Kristallinen gegen das Deckgebirge ein guter Wasserhorizont. Wenn also tatsächlich ein allmähliches, ungebrochenes Einfallen des gesamten Deckgebirges nach Osten bzw. Ostsüdosten statt hat, so wäre nicht einzusehen, warum dieser Wasserhorizont so vollkommen versagen sollte, zumal die Entfernung von den zu erwartenden Einzugsgebieten sehr gering ist.

Nur etwa 15 km westlich von Rottweil liegen die weiten Buntsandsteinflächen um Königsfeld, und etwa 5 km weiter tauchen die östlichen Ausläufer des Triberger Granites empor; die

[1] Das Bohrloch von Sulz a. N. — Bericht über die XXIII. Tagung des Oberrhein. Geolog. Vereins, Vortrag in Sigmaringen 1890.

grabenartige Versenkung, die im Westen von der Fortsetzung der Schramberger Verwerfung[1], im Osten von der Königsfelder Verwerfung begrenzt wird, hat doch wohl so geringe Bedeutung, daß man ihr kaum nennenswerten Einfluß auf die Bewegung des Wassers zubilligen möchte, zumal sie nach Süden so schnell an Bedeutung verliert. Schwenningen liegt eigentlich noch günstiger, denn etwa 7 km westlich davon liegt das große Buntsandsteingebiet des östlichen Schwarzwalds. Daß in Schwenningen, in so unmittelbarer Nähe dieses mächtigen Wassersammelgebietes, trotzdem kein Wasser im Buntsandstein angetroffen worden ist, muß schon einen besonderen Grund haben.

Zunächst ist der grabenartige Einbruch von Lettenkohle und Gipskeuper zu erwähnen, der etwa 2 km westlich Schwenningen nachgewiesen ist; indessen ist auch seine Bedeutung doch eine allzu geringe, und seine Nord—Süd-Erstreckung sehr beschränkt.

Es ist scheinbar nicht möglich, aus den bisherigen Aufnahmen[2] einen klaren Überblick über die Lagerung des Untergrundes im einzelnen zu bekommen; der Versuch, eine Lagerungsskizze unter Bezug auf die Grenze Muschelkalk/Buntsandstein zu entwerfen, ergab das hier herrschende fast Nord—Süd gerichtete Streichen, und ein entsprechendes Einfallen nach Ost bzw. Ostsüdost, das im ganzen ziemlich gleichmäßig scheint. Nur unmittelbar östlich Villingen und nach Norden über Weilersbach, Kappel, und bis etwa zur Überquerung des unterhalb Niedereschach in die Eschach einmündenden Fischbaches scheint das Einfallen ein steileres zu sein, und gleich westlich dieser Zone könnte sogar eine kleine, sattelförmige Aufwölbung folgen. Sicherheit ist nach den bisherigen Aufnahmen aber nicht zu bekommen. Sollte sich aber diese Aufwölbung bestätigen, so wäre es verständlich, daß das vom Schwarzwald kommende Wasser hier nicht weiter käme, sondern irgendwie seinen Weg nach Norden bzw. Süden entlang diesem Sattel suchen würde.

Damit wäre freilich zu erklären, warum die Schwenninger Bohrung erfolglos geblieben ist, besonders wenn man zugleich die obenerwähnte Störung westlich des Ortes in Betracht zieht; ob man aber diese immerhin nicht einwandfrei nachgewiesene Aufwölbung auch

---

[1] F. Schalch, Erläuterungen zu Bl. Königsfeld—Niedereschach S. 67.

[2] In Betracht kommen folgende geologische Spezialkarten: badisch: Königsfeld—Niedereschach, Villingen; württembergisch: Rottweil, Schwenningen.

noch für den Mißerfolg der Rottweiler Bohrung verantwortlich machen kann, ist sehr fraglich.

Deutlich aber ergibt sich daraus, wie außerordentlich vorteilhaft es wäre, wenn das im ganzen so übersichtliche Bild des Schichtstufenlandes auch in den Einzelheiten seiner Lagerung noch besser verfolgt werden könnte; ein Ziel, das ohne Zweifel nicht allzu schwer zu erreichen wäre, wenn entweder bereits bei den geologischen Spezialaufnahmen oder später für jedes einzelne Deckgebirgsblatt Lagerungsskizzen konstruiert würden, die jeweils für einen bestimmten Bezirk auf eine ganz bestimmte stratigraphische Grenzfläche Bezug nähmen[1]. Wenn auch damit kein absolut richtiges Bild entsteht, so ergeben sich doch stets Einzelheiten, die bei der üblichen Kartierung verborgen bleiben, und selbst bei genauer Aufnahme aus dem fertigen Blatt nachträglich nicht herausgelesen werden können, die aber für Wissenschaft und Praxis von größter Bedeutung sind.

[1] Zwar sind von württembergischer Seite bereits Anfänge in dieser Richtung gemacht worden, z. B. die Schollenkarten, die K. Regelmann verschiedenen seiner Spezialaufnahmen beigegeben hat (Bl. Calw u. a.). — Dem in Aufnahme befindlichen Bl. Dettingen a. d. Erms wird vom Verfasser eine solche Lagerungsskizze beigegeben werden.

Mitteilungen der Geologischen Abteilung des Württ. Statistischen Landesamtes.
Nr. 11. 1928.

Die Grundwasserverhältnisse im Versinkungsgebiet der oberen Donau.

Ein Beitrag zum Problem der Karsthydrographie

von **Karl C. Berz.**

Mit 5 Figuren im Text, 7 Tafelbeilagen und einer Übersichtskarte.

I. Einleitung.

Alljährlich während der niederschlagsärmeren Jahreszeit ist der zwischen Immendingen und Möhringen gelegene Abschnitt des Donautals der Schauplatz einer Naturerscheinung von ganz besonderer Art. Einzig und allein durch Wasserschwinden aus dem offenen Fluß erleidet hier die Donau solch starke Wasserverluste, daß ihr Bett zeitweilig auf eine weite Strecke hin vollständig trocken liegt (vergl. Abb. 1—5). Von der altbekannten Hauptversinkungsstelle am Brühl unterhalb von Immendingen an bis kurz oberhalb von Möhringen bietet das Donautal während der Zeit dieser Vollversinkung mit seinem völlig ausgetrockneten, kieserfüllten Flußbett das eigenartig anmutende Bild eines gleichsam im Zustande der Totenstarre befindlichen Tales. In keiner Weise unterscheidet es sich in dieser Trockenperiode von den eigentlichen Trockentälern, denen ja für gewöhnlich ebenfalls das die Landschaft erst eigentlich belebende fließende Wasser entweder ganz oder streckenweise vollkommen fehlt.

Wie aus den aus vergangenen Jahrhunderten über die Wasserverhältnisse im Donautal überlieferten Aufzeichnungen hervorgeht, handelt es sich bei diesem Naturgeschehen keineswegs um einen Vorgang, der etwa erst in neuerer Zeit in Erscheinung getreten wäre. So wird beispielsweise bereits schon in einem im Jahre 1719 erschienenen „Fons Danubii primus et naturalis" betitelten Buche ausdrücklich auf das Wasserschwinden im Donaubett in der Gegend des Brühls hingewiesen. Ja dessen Verfasser, F. W. Breuninger, erörterte sogar schon in dieser Schrift die Frage des Abflusses der versinkenden Donauwässer. Der

Nachweis dafür, daß, wie er damals schon ganz richtig vermutete, der im Hegau gelegene Aachtopf (vergl. Abb. 6 und 7) mit durch diese auf unterirdischen Wegen abströmenden Wassermassen gespeist wird[1], ist allerdings erst in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts erbracht worden. Und zwar hat sich dies in vollkommen einwandfreier Weise ergeben bei den erstmals auf dieser Versinkungsstrecke im Jahre 1877 von A. KNOP und C. TEN BRINK vorgenommenen Farb- und Kochsalzversenkungen. Somit gelangen aber die hier versinkenden Donauwässer nicht etwa weiter flußabwärts innerhalb des natürlichen Einzugsbereichs des Donausystems erneut an die Tagesoberfläche, sondern strömen in die in den Bodensee fließende Hegauer Aach und damit in ein ganz anderes Flußgebiet ab. Es ist dies eine Erscheinung, welche man im geologischen Schrifttum als eine Art von Bifurkation zu bezeichnen pflegt.

Während der Dauer der Vollversinkung sind infolge dieser besondersartigen Abflußbedingungen die geographischen Verhältnisse im Bereiche des Schwarzwaldvorlandes in der Weise umgestaltet, daß nicht die Brigach und die Brege, sondern die für gewöhnlich eine ganz unbedeutende Rolle spielenden Donaunebenflüsse Krähenbach und Elta die eigentlichen Quellflüsse der späterhin zum mächtigen Strome anschwellenden Donau bilden. Außer dem bereits erwähnten Trockenliegen des Donaubettes ist zur Zeit der Vollversinkung im sonstigen Landschaftsbilde nicht das geringste Anzeichen wahrnehmbar, welches irgendwie erkennen ließe, daß der Donauoberlauf — die sog. Schwarzwalddonau — zeitweilig ganz dem Rheine tributär ist, und daß kurz oberhalb von Möhringen die Wasserscheide zwischen Rhein und Donau die Talniederung durchquert.

Auch noch unterhalb von Möhringen verliert die Donau stellenweise Wasser aus dem offenen Fluß, und zwar erleidet sie in diesem Talabschnitt ihre stärkste Wassereinbuße durch Versinkungen in der Gegend von Fridingen (vergl. Abb. 8). Auf Grund der geologischen und geographischen Verhältnisse in diesem Gebietsstreifen mußte zwar von vornherein mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß auch die auf der Flußstrecke zwischen Möhringen bis unterhalb Fridingen versinkenden Wässer gleichfalls in rheinisches Flussgebiet abströmen. Überraschend war aber das Ergebnis der in den Jahren 1907 und 1908

[1] Es wurde dies vor allem daraus geschlossen, daß in den Zeiten, wo die Donauwässer nach starken Schneegängen oder beträchtlichen Regengüssen braungelb verfärbt sind, auch die sonst in der Regel kristallklare Aachquelle trübe läuft und gleichzeitig eine bedeutende Steigerung ihrer Schüttung erkennen läßt.

unterhalb von Fridingen vorgenommenen Farb- und Salzversenkungen doch insofern, als sich dabei herausstellte, daß auch die an dieser Stelle des Donaubetts versinkenden Wässer im Quelltopf der Hegauer Aach zutage treten. Demzufolge fließen auf der gesamten Flußstrecke von Immendingen bis unterhalb von Fridingen im Talgrunde versitzende Donauwässer zur Aach ab und mit auf diesen dauernden Zustrom von Donauwasser ist es in erster Linie zurückzuführen, daß die Schüttung der Aachquellen[1] eine weit stärkere ist, als auf Grund der natürlichen Begrenzung ihres oberirdischen Einzugsgebiets, das insgesamt einen Flächenraum von nur 9,54 qkm umfaßt, eigentlich zu erwarten wäre.

Nur wenigen auf südwestdeutschem Boden sich abspielenden außergewöhnlichen Naturereignissen wird in der breiteren Öffentlichkeit solch große Beachtung geschenkt als gerade dem Problem der Donauversinkung. Es geht dies schon allein daraus hervor, daß alle mit diesem Naturgeschehen zusammenhängenden Fragen, seien sie nun rein wissenschaftlicher, wirtschaftlicher oder wasserrechtlicher Art, weitgehendst auch in der Tagespresse und in populären Schriften erörtert werden. Aus diesem Grunde ist es daher auch heute kaum mehr möglich, die gesamte Literatur über die Donauversinkung restlos zu erfassen. Die rege Anteilnahme der Allgemeinheit an diesem Naturgeschehen hat allerdings ihren Grund vor allem in der wirtschaftlichen Auswirkung dieses Wasserschwindens im Donaubett. Es kommt aber noch hinzu, daß sich der Schauplatz desselben auf drei verschiedene Länder er-

[1] Im Bereiche des Aachursprungs sind nämlich verschiedene Quellaustritte zu verzeichnen. Wie P. SCHAUFFELBERGER berichtet „befindet sich die Hauptquelle unter der Brücke und ist mindestens ein 12 m tiefer Schacht. Das Wasser kommt hier direkt aus einer Spalte des Massenkalks. Die Quelle 2 befindet sich etwas südwestlich in der zweiten Nische, das Wasser tritt an dieser Stelle ebenfalls aus dem mittleren Jura (ε) aus. Eine weitere Quelle 3 befindet sich bei der Abzweigung des Fußwegs nach der Brücke und zur Bank am Aachtopf, wo das Wasser aus dem Schutt ausströmt. Die Quelle 4 liegt in der oberen Ecke der kleinen Einfriedigung im Aachtopf drinnen. Die Quelle 5 ist etwas weiter unten, wo das Wasser etwa 5 m vom Ufer entfernt aus dem Boden tritt, und die 6. Quelle haben wir endlich unterhalb der Mühle am unteren Ende des Gartens; sie fließt ebenfalls aus der Schuttablagerung". In den Quellen 3 und 5 tritt das Wasser allerdings nur bei Hochwasser zutage. Außerdem quillt in Zeiten stärkster Wasserführung auch noch an mehreren Stellen zwischen den Quellen 2 und 3 Wasser aus dem Boden hervor, wodurch hier deren engere Umgebung zeitweilig stark versumpft wird. Nach E. FRAAS tritt sodann bei sehr hohem Wasserstand auch in einer zirkusartigen Nische 50 m östlich vom Aachtopf, der sog. Delle, ebenfalls Wasser aus. Im übrigen tritt zweifellos aber auch noch in den zahlreichen Quellen innerhalb von Aach stellenweise ebenfalls versunkenes Donauwasser zutage.

streckt, von denen lediglich Baden der nutznießende Teil dieser eigenartigen Flußentartung ist, während hingegen Württemberg und Hohenzollern in erster Linie in ihrer Wasserwirtschaft darunter zu leiden haben. Die nachteilige Wirkung der Donauversinkung tritt für diese beiden Staaten besonders deshalb so fühlbar in Erscheinung, weil bekanntlich die Donauwässer in der Regel nur in Zeiten allgemeiner Wasserknappheit restlos verfallen. Der Donau geht hier aber nicht etwa nur während der Vollversinkungsperioden Wasser verloren, sondern im Bereiche des gesamten Versinkungsgebiets fließen an einer größeren Zahl von Stellen dauernd Flußwässer in den tieferen Donaugrund ab. Ja in Zeiten dauernder Wasserführung der Donau versinkt sogar weit mehr Wasser aus dem offenen Fluß als während der Zeit der Vollversinkung.

All dies hat sich in vollkommen einwandfreier Weise ergeben bei den systematisch durchgeführten Messungen der Abflußmengen, welche wiederholt von Seiten der badischen und der württembergischen Regierung auf den hauptsächlichsten Versinkungsstellen vorgenommen wurden. So werden beispielsweise im 8. Heft der „Beiträge zur Hydrographie Badens" folgende mittleren Zahlenwerte über die Versinkungsverluste auf der Strecke Geisingen—Möhringen aufgeführt:

von Geisingen bis Immendingen unterhalb der Einmündung des Fabrikkanals	bei M.W.[1] 7,500 cbm/sec; bei N.W. 3,500 cbm/sec; bei W.Kl. 2,6 cbm/sec.
von Immendingen bis Möhringen oberhalb der Stadtmühle	bei M.W. 4,500 cbm/sec; bei N.W. 2,500 cbm/sec; bei W.Kl. 1,400 cbm/sec.
insgesamt von Geisingen bis Möhringen	bei M.W. 12 cbm/sec; bei N.W. 6 cbm/sec; bei W.Kl. 4 cbm/sec., das ist das ganze fließende Wasser.

Zur Feststellung der auf der Markung Fridingen versinkenden Donauwassermengen wurden in der Zeit vom August 1908 bis Mai 1909 erstmals gemeinschaftliche Messungen durch Vergleichung der Wasserstände etwa 1 km oberhalb und 300 m unterhalb des etwa zwischen km 146,4 und 147,8 befindlichen Versinkungsgebiets vorgenommen. Hieraus wurde berechnet, daß damals bei einem absolut niedersten Wasserstand von 600 Sekundenliter 90 Sekundenliter, bei einem niedersten Wasserstand von 1,480 cbm/sec 150 Sekundenliter, bei einem mittleren Wasserstand von 5,850 cbm/sec 270 Sekundenliter und bei einem

[1] M.W. bedeutet Mittelwasser, N.W. = Niedrigwasser und W.Kl. = Wasserklemme. Die Gesamtwasserführung der Donau beträgt unterhalb Geisingen bei M.W. 15 cbm/sec., bei N.W. 8 cbm/sec.

gemittelt höchsten Wasserstand von 27,800 cbm/sec 800 Sekundenliter versanken.

An und für sich fällt nun allerdings die Donauversinkung in keiner Weise aus dem allgemeinen Rahmen natürlichen Geschehens, denn sowohl im engeren Bereiche des schwäbischen Jura als überhaupt in verkarsteten Gebieten ist das Wasserschwinden aus fließenden Gewässern eine weit verbreitete und auch allbekannte Erscheinung. Nirgends auf der Schwäbischen Alb tritt jedoch das Phänomen der Versinkung in so großartiger Weise in Erscheinung wie gerade im oberen Donaugebiet. Es ist dies hier aber lediglich eine Folgeerscheinung der starken Wasserführung der Donau, während es sich bei den sonst noch im Albgebiet verfallenden Gewässern zumeist nur um kleinere Rinnsale handelt. Andererseits treten für gewöhnlich die im Talgrunde versitzenden Wässer entweder weiter flußabwärts im Muttertale selbst oder aber doch irgendwie im Einzugsgebiet des zugehörigen Flußnetzes zutage. Innerhalb Württembergs ist letzteres beispielsweise der Fall bei der Lone, deren beim Häldelesfelsen unterhalb Breitingen verfallende Wässer in und bei Langenau zum Vorschein kommen, und bei der Jagst, deren zwischen Crailsheim und Mittlau aus dem Flußbett austretende Wässer nachweislich zum Kocher bezw. zu der dem Kocher tributären Bühler abströmen, und dort im Neunbronn bei Scheffach zutage treten. Dahingegen fließen, wie bereits eingangs erwähnt wurde, die zwischen Immendingen und Fridingen aus dem Donaubett schwindenden Wässer in ein fremdes Flußgebiet ab und gehen dadurch dem Stromsystem der Donau für immer verloren. Allein es ist dies in diesem speziellen Falle nicht so sehr verwunderlich, da die Wasserscheide zwischen den zur Bodenseesenke abströmenden rheinischen Gewässern und dem Donausystem, längs der oberen Hauptversinkungsstrecke direkt dem Donautal entlang zieht und zudem stellenweise sehr nahe an die Donaurinne selbst heranreicht. So nähert sich diese dem Donaubett in der Gegend von Immendingen sogar bis auf 1 km[1].

Das Versinken von Donauwasser in rheinisches Flußgebiet ist einesteils begründet in dem geologischen Bau des zwischen Immendingen, Fridingen und Aach gelegenen Gebiets und andererseits in der morphologischen Gestaltung dieses Landstriches. In geologischer Hinsicht sind es zwei Faktoren, welche das unterirdische Abströmen von Donauwasser ermöglichen, nämlich die Wasserdurchlässigkeit der Weißjura-

[1] Die Versinkungsstellen unterhalb von Fridingen liegen dagegen in einem Abstand von rund 8 km von der Wasserscheide; indessen vollziehen sich hier die Abströmungen innerhalb einer grabenartig abgesunkenen Scholle.

kalke und das ganz allgemein gesprochen gegen Südosten gerichtete Einfallen der Weißjuraschichten. Andererseits ist aber auch noch der weitere Punkt von grundsätzlicher Bedeutung, daß die Donau am Brühl in 655 m über N.N. und an der Furt bei Fridingen in 617 m über N.N. fließt, während hingegen der Austritt der Aachquelle, welche etwa 12½ bezw. 19 km von diesen beiden Stellen entfernt liegt, in einer Meereshöhe von nur 483 m erfolgt. Da demnach das Gefäll aachwärts ein weit stärkeres ist als das Flußgefäll der Donau auf der Versinkungsstrecke, so ist es ohne weiteres verständlich, weshalb aus dem Donaubereich Wasser zur Aach abströmen kann.

Bis jetzt ist es noch keineswegs geglückt, alle sich an das Problem der Donauversinkung knüpfenden Fragen hydrologischer Art restlos zu klären. Wie umstritten so manche Punkte im einzelnen sind, zeigt sich nur zu deutlich beim Vergleich der anläßlich des vor kurzem zu einem gewissen Abschluß gekommenen Rechtsstreits über die Donauversinkung von den gegnerischen Anliegerstaaten vorgelegten Denkschriften. Es liegt in der Natur der Streitsache, daß in diesem Falle die sich widersprechenden Auffassungen sich in der Hauptsache um Fragen über das Ausmaß der örtlichen Versinkungsverluste der Donau und über die Ursache der während der letzten Jahrzehnte fortschreitenden Zunahme der Vollversinkungstage[1] drehen.

Diese Unstimmigkeiten sind nicht zuletzt mit darauf zurückzuführen, daß bis jetzt noch verhältnismäßig wenig Klarheit darüber besteht, wie überhaupt die im Talgrunde der Donau und im Gebirgsinnern sich abspielenden Wasserabströmungen vor sich gehen. Über

[1] Aufzeichnungen über das Auftreten der Vollversinkung und über deren alljährliche Dauer liegen seit dem Jahre 1884 vor. Darnach lag das Donaubett in den Jahren 1888, 1896 und 1901 nicht ein einziges Mal trocken. In den übrigen Jahren war die Zeitdauer der für gewöhnlich mehrere Perioden von allerdings sehr wechselnder Dauer umfassenden Vollversinkungen alljährlich eine recht verschiedene. Die größte Zahl von Versinkungstagen, nämlich insgesamt 309 Tage, war im Jahre 1921 zu verzeichnen. Im siebenjährigen Durchschnitt betrug die Zahl der Vollversinkungstage:

	nach Angabe des württ. Amts für Gewässerkunde	nach Angabe des bad. hydrographischen Büros
von 1884—1890	48	48
„ 1891—1897	94	94
„ 1898—1904	95	95
„ 1905—1911	105	103
„ 1912—1918	115	106
„ 1919—1925	171	173
„ 1926—1927	112	—

·nkt, der von jeher das besondere Augenmerk weitester
· gezogen hat, begegnet man in Laienkreisen durchweg
daß die im Talgrunde versitzenden Donauwässer als
·che Bäche zur Aach abfließen.
·igen Jahrzehnten war diese Anschauung auch in
vorherrschend. Ganz allgemein wurde damals
sich die Wasserzirkulation im Innern von ver-
·gen durchweg in einem verwickelten System von ringsum
·en und mit Saugwirkung ausgestatteten Röhren und Re-
·s vollziehe, durch welche das Wasser in genau derselben Weise
·ie in einem oberirdischen Flußsystem nach bestimmten Quellpunkten hin abziehe. Mittlerweile hat sich aber herausgestellt, daß in so manchen Karstgebieten die von der Oberfläche aus bis auf einen Wasserstauer niedersinkenden Tageswässer im Gebirgsinnern auf weite Gebiete hin in offenem Zusammenhang stehen und einen in sich zusammenhängenden Wasserkörper bilden, dessen Spiegelfläche sich in der Abflußrichtung absenkt.

Im Gegensatz zu der vorerwähnten in Laienkreisen auch heute noch allgemein verbreiteten Anschauung über die Art und Weise des Wasserabströmens aus der Donau, wurde bereits schon von den ersten Erforschern der Wechselbeziehungen zwischen Donau und Aach auf einen grundwasserartigen Zusammenhang geschlossen. Darauf ist es wohl letzten Endes auch zurückzuführen, daß der Streit der Meinungen über die Karstwasserfrage, welcher sich im Anschluß an die erstmalige Veröffentlichung der GRUND'schen Theorie über das Karstwasser und die Karstwasserschwankungen in der geographischen und geologischen Literatur entwickelte[1], speziell in dem Schrifttum über die Donauversinkung keinerlei tiefergehenderen Widerhall gefunden hat. Im wesentlichen liegen deshalb auch über diese Fragen nur ganz allgemein gehaltene Ausführungen vor, so daß wir über die Grundwasserverhältnisse in der Gebirgszone, welche die versinkenden Donauwässer durchfließen, bislang noch verhältnismäßig wenig Bescheid wissen.

Es ist allerdings auch auf direktem Wege vorerst nicht möglich, ein Bild über die Grundwasserführung in dem zwischen Immendingen,

[1] Als Karstwasser bezeichnen A. GRUND und A. PENCK das in Karstgebieten im allgemeinen in horizontaler Richtung sich bewegende Grundwasser bezw. Kluftwasser; unter diesen Begriff fällt jedoch nicht das sich in der Hauptsache in vertikaler Richtung befindliche Sickerwasser (Tropfwasser). — Bezüglich aller weiteren Einzelheiten sei verwiesen auf die sehr eingehende Besprechung der Karstwasserfrage durch W. TEPPNER und die Ausführungen von E. A. MARTEL in seinem „Nouveau Traité des eaux souterraines" (Kap. VIII).

Fridingen und Aach gelegenen Geländeabschnitt zu gewinnen, denn es wäre hierzu erforderlich, daß eine größere Zahl von sehr kostspieligen Tiefbohrungen niedergebracht würden. Da aber anzunehmen ist, daß die Grundwasserverhältnisse in dem ganzen in Rede stehenden Gebiet durchaus gleichgeartet sind wie im tieferen Untergrund des Donautals, so besteht doch immerhin noch die weitere Möglichkeit, durch eine Untersuchung der längs der Versinkungsstrecke unter Tage bestehenden hydrologischen Verhältnisse die Sachlage für das gesamte Gebiet wenigstens einigermaßen zu klären.

Da die Frage der Grundwasserführung im Donautal zwischen Immendingen und Fridingen bisher noch nicht genauer untersucht ist, so soll in der vorliegenden Arbeit in erster Linie diese Frage behandelt werden. Weiterhin wird sodann an Hand der hierbei gewonnenen Unterlagen das Problem des unterirdischen Abflusses der versinkenden Donauwässer und die daran sich knüpfende Frage über das Wesen der unterirdischen Karstentwässerung eingehendst besprochen werden. Das Endziel der vorliegenden Untersuchung gilt jedoch vor allem auch der Klärung der anläßlich des Rechtsstreits über die Donauversinkung bei den Verhandlungen vor dem Staatsgerichtshof aufgeworfenen Rechtsfrage: „Ist die Donau-Aach-Verbindung schlechthin als unterirdische Fortsetzung des Donaulaufs anzusprechen oder aber handelt es sich hier um Wasserabströmungen, die sich im Zusammenhang mit der allgemeinen Grundwasserbewegung vollziehen.“ —

Durch Beratung und Überlassung der bis jetzt noch nicht allgemein zugänglichen Literatur wurde ich bei der Ausarbeitung in liebenswürdiger Weise unterstützt durch die Herren Ministerialrat Dr. Horacker-Stuttgart und Oberbaurat Brehm-Stuttgart, denen ich auch an dieser Stelle aufrichtig danke. Zu ganz besonderem Dank bin ich Herrn Hauptlehrer Rebholz-Tuttlingen verpflichtet, der meine Untersuchungen durch persönliche Übermittlung seiner geologischen und hydrologischen Beobachtungen in der Tuttlinger Gegend sehr wesentlich gefördert hat. In entgegenkommendster Weise wurden mir sodann von den Herren Dr. Holz-Tuttlingen und Dr. Reinert-Ludwigstal eine Reihe von photographischen Aufnahmen für Abbildungszwecke überlassen.

II. Allgemeine Übersicht über die geologischen, hydrologischen und orographischen Verhältnisse im Versinkungsgebiet der oberen Donau.

Die örtlichen Besonderheiten in der Grundwasserführung und Grundwasserbewegung werden zunächst allerorten ausschlaggebend be-

bestimmt durch die Gesteinsverhältnisse. Daneben spielen in dieser Hinsicht abgesehen von der Morphologie auch noch andere geologische Faktoren, wie die Neigung und Biegung der Schichten und die speziellen tektonischen Verhältnisse eine sehr wichtige Rolle. Um überhaupt Einblick in die Beziehungen zu erlangen, welche zwischen den hydrologischen Verhältnissen unter und über Tage im Versinkungsbereich der oberen Donau bestehen, ist es daher zuerst notwendig, sowohl die Gesteinsverhältnisse als auch die sonstigen Wechselbeziehungen zwischen dem geologischen und morphologischen Bau und der Wasserführung eingehender zu erörtern.

Landschaftlich gehört der ganze Landstrich, in dem sich die Donauversinkung abspielt und weiter auswirkt, dem Albgebiet an, und zwar genauerhin dem Teil der Hochalb, welcher das verbindende Glied zwischen dem schwäbischen Jura und dem Randen bildet. Der eigentliche Gebirgskörper dieses Gebiets wird im wesentlichen von Schichtgliedern des weißen Jura aufgebaut, während dagegen die oberste Deckschicht an sehr vielen Stellen von Ablagerungen tertiären und diluvialen Alters gebildet wird. In dem nordwärts der Talstrecke Immendingen—Fridingen gelegenen Teil des danubischen Einzugsgebiets treten sodann auch noch Braunjuraschichten zutage. Alle direkt mit der Donauversinkung zusammenhängenden Wasserbewegungen, das Wasserschwinden im Donaubett, das unterirdische Abströmen der versunkenen Wässer und deren Austritt in der Aachquelle spielen sich jedoch ausschließlich im Bereiche des Schichtkomplexes des weißen Jura ab.

Der weiße Jura, der in diesem Abschnitt der Schwäbischen Alb eine Gesamtmächtigkeit von rund 400 m aufweist, besteht hier wie auch überall sonst im Bereiche der schwäbischen Schichttafel aus wechselweise übereinander lagernden tonigen und kalkigen Schichten. Wie aus der nachfolgenden eingehenderen Darlegung der petrographischen Verhältnisse, der die in Württemberg allgemein gebräuchliche QUENSTEDT'sche Gliederung zugrunde liegt, zu ersehen ist, treten im Rahmen des Ganzen die tonigen und mergeligen Lagen gegenüber den Kalkgesteinen sehr stark zurück.

Den Beginn dieser Schichtenfolge bildet der in seinem untersten Teil im großen ganzen aus Mergeln und mergeligen Tonen von grauer bis lichtgrauer Farbe bestehende Weißjura-α. In den darüber folgenden Schichtlagen stellen sich erst vereinzelt, später häufiger, härtere, gleichfalls lichtgefärbte Kalkmergelbänke ein, die weiter gegen oben ganz allmählich näher und näher zusammenrücken. Sehr häufig sind aller-

dings die α-Schichten, und zwar insbesondere die höheren Lagen derselben, nicht in dieser normalen Ausbildung entwickelt, sondern sind mehr oder weniger stark verschwammt (Lochenfazies). Speziell im Talbereich der Donau scheint dies so ziemlich durchweg der Fall zu sein. An all den Punkten, wo α-Schichten im Donautal zwischen Immendingen und Fridingen anstehen, treten überall nur noch die oberen Lagen dieser im Westen stellenweise Mächtigkeiten bis zu 40 m aufzeigenden, untersten Malmstufe zutage.

Das zweite Glied des Oberjura, der „Weißjura-β", besteht aus einer einförmigen Folge von wohlgeschichteten, größtenteils hand- bis fußdicken und in der Regel äußerst fossilarmen Kalkbänken von gelblichweißer Farbe. Bezeichnend für diese „wohlgeschichteten Kalke" ist die gleichmäßige, äußerst feine Körnung und ihr eigenartig glatter Bruch. Sehr vielfach liegen die einzelnen Kalkbänke nicht unmittelbar übereinander, sondern werden getrennt durch im allgemeinen äußerst dünne, gleichsam nur Schichtfugen bildende, tonige und mergelige Zwischenlagen. Die Mächtigkeit dieser Zone, in der übrigens die Donau ihre stärksten Wasserverluste erleidet, beträgt im Gebiet von Immendingen etwa 80—90 m und weiter ostwärts bei Mühlheim 60—70 m. In der Tuttlinger Gegend sind diese β-Kalke an sehr zahlreichen Stellen erschlossen. Zumeist kehrt hier in deren Schichtbereich das allbekannte, an künstlich aufgeführtes Mauerwerk erinnernde Bild wieder (vergl. Abb. 9). Dieses tritt ja bekanntlich aus dem Grunde so lebenswahr in Erscheinung, weil die an sich schon wohlgegliedert übereinander lagernden Bänke noch durch in der Regel senkrecht verlaufende Klüfte in unzählige, den Steinen eines Mauerwerks gleichende Teilstücke zerlegt sind. Im übrigen ist auch diese Unterstufe an sehr vielen Stellen ebenfalls in der Schwammfazies entwickelt. Die Verschwammung geht in unserem Gebiet im allgemeinen nicht durch die ganze Zone hindurch, sondern ist sehr häufig lediglich auf einzelne Horizonte beschränkt. Am häufigsten finden sich verschwammte Partien in den Grenzlagen gegen die α-Schichten, und zwar vor allem an solchen Stellen, wo letztere selbst schon in der Lochenfazies auftreten. Ein Schulbeispiel dafür, wie rasch und unvermittelt nebeneinander ebenflächige Kalke und Schwammriffe auftreten, bietet sich im Donautal an dem gegen das Lippachtal gerichteten, teilweise entblößten Hang des unterhalb Mühlheim gelegenen Schelmenbühl.

Die beiden tieferen Zonen des Weißjura-γ, die *Reineckianus*- und die *Polyplocus*-Schichten, zeigen bei normaler Entwicklung wiederum ganz überwiegend tonig-mergeligen Gesteinscharakter. Die unterste

derselben besteht in der Hauptsache aus hell- bis aschgrau gefärbten Mergeln, welche nur vereinzelte knauerartige kalkige Einlagerungen enthalten, während hingegen in der oberen eine größere Zahl von durchgehenden, hell- bis lichtgrau gefärbten Kalkmergelbänken mit ersteren wechsellagern. Im allgemeinen weisen diese beiden Unterabteilungen des γ im westlichen Teil selten stärkere Verschwammungserscheinungen auf, dagegen sind diese aber weiter im Osten und ganz besonders im Nordosten des in Rede stehenden Gebietes sehr häufig in der Schwammfazies entwickelt. Nicht selten sind diese hier stellenweise sogar in solch hohem Ausmaße verschwammt, daß sie vollständig verkalkt und infolgedessen ganz im Gegensatz zum normalen überwiegend tonig entwickelten γ wasserdurchlässig sind. Die oberste Zone, welche von Haizmann aus faunistischen Gründen bereits dem δ zugerechnet wird, besteht normalerweise aus einer Folge von felsigen, dickbankigen, vielfach pseudo-oolithischen, graugefärbten Kalken, welche durch nur wenig mächtige, tonige und mergelige Zwischenlagen voneinander gegeschieden sind. Die Gesamtmächtigkeit dieses Weißjura-γ-Komplexes beträgt in der Tuttlinger Gegend rund 35—40 m. An den beiderseitigen Talflanken läßt sich unter- und oberhalb von Tuttlingen das Ausstreichen der tonig entwickelten γ-Folge fast überall schon rein morphologisch an einer manchenorts geradezu terrassenartig einsetzenden Verflachung des Talgehänges erkennen. Für gewöhnlich beträgt der Böschungswinkel allerdings in ihrem Schichtbereich immerhin etwa 25—30°.

Nur wenig mächtig ist die nächstfolgende Weißjura-δ-Stufe, welche soweit sie nicht vollkommen verschwammt ist, durchweg lagerhafte Ausbildung zeigt. Sie besteht aus einer bei Tuttlingen 10 m, stellenweise aber auch bis zu 15 m mächtigen Folge von dickbankigen, pseudo-oolithischen Kalken mit nur geringen mergeligen Zwischenlagen. Von den unterlagernden Kalken unterscheiden sich diese durch hellere, weißlichgelbe Färbung, feineres Korn und durch quaderartige Absonderung. Besonders erwähnt sei in diesem Zusammenhang, daß die beiden unterhalb von Fridingen gelegenen Versinkungsstellen im Horizont dieser δ-Kalke liegen. An der oberen derselben steht gut gebanktes Gestein an (vergl. Abb. 10), während dagegen die Kalke an der unteren, bei der seinerzeit die Färbungsversuche angestellt wurden, schwach verschwammt sind.

Im allgemeinen gehen diese sog. Quaderkalke ohne scharfe Grenze in den Weißjura-ε über. Diese ist aber doch auch an manchen Stellen, insbesondere im Nordosten, petrographisch gut gekennzeichnet und

zwar durch löcherig auswitternde, grobkristalline, zuckerkörnige Kalke, welche allerdings zumeist nicht überall lagerhaft entwickelt sind, sondern vielfach nur sporadisch in Form von unregelmäßig begrenzten Nestern und Putzen auftreten. Das Hauptgestein dieser etwa 50—60 m mächtigen Stufe bilden indessen in der Hauptsache die sog. Massenkalke, welche in der Regel ein nur sehr geringes Maß von Schichtung aufweisen und aus dicken, gelblichen, grob- und mittelkörnigen Kalken bestehen. In den tieferen Lagen sind diesen außer den zuckerkörnigen Kalken auch hin und wieder Nester von Dolomit eingelagert. Im übrigen ist für diese untere Zone, welche ganz besonders reich an Höhlungen ist, auch noch das stellenweise sehr reichliche Auftreten von Kieselknollen bezeichnend, die allerdings mancherorts, wie z. B. in dem nordöstlich von Tuttlingen gelegenen sog. Marmorbruch, auch bereits schon im δ vorkommen, Im mittleren und vor allem im oberen ε treten neben mehr felsigen Massen auch sehr vielfach wohlgeschichtete und z. T. sogar sehr dünn gebankte Kalkpartien auf. Am besten erschlossen sind diese Schichten ebenso wie auch ein Teil der darüber folgenden ζ-Schichten an der Bergseite der Kolbinger Steige.

Das oberste Glied des weißen Jura, die Zone des „Weißjura-ζ", besteht für gewöhnlich aus drei verschiedenen Unterabteilungen. Die unterste derselben wird gebildet von einer ziemlich mächtigen Folge von fossilleeren, hellgefärbten, tonigplattigen, wasserdurchlässigen Kalken. Darüber stellt sich dann bei normaler Ausbildung ein stellenweise bis zu 50 m Mächtigkeit erreichendes Schichtpaket von grauen bis gelbgrauen, gut geschichteten, tonigen Mergeln (die sog. Zementmergel) ein, welche ihrerseits wiederum von wohlgebankten gelblichen bis weißlichen Kalken überlagert werden. An der Basis dieser oberen Plattenkalkzone liegt der sog. Hattinger Oolith, ein dickbankiges, teils oolithisches, teils brecciöses Kalkgestein, dessen Auftreten indessen nur auf ein räumlich ziemlich eng umgrenztes Gebiet in der Gegend von Hattingen und des Witthoh beschränkt ist.

Von all diesen hier im einzelnen aufgeführten Weißjuragliedern sind lediglich die α- und die γ-Schichten sowie die Zementmergel wasserundurchlässig. Die rein kalkig entwickelten Gesteinsfolgen dahingegen sind infolge ihrer Zerklüftung samt und sonders wasserdurchlässig. Allenthalben sinkt infolgedessen das in ihrem Schichtbereich niederfallende atmosphärische Wasser, soweit es nicht in der oberflächigen Verwitterungsdecke festgehalten wird, bis auf eine der eben genannten Zonen, über denen es sich dann als Schichtwasser ansammelt, nieder. Demzufolge sind innerhalb des genannten Komplexes der Weißjura-

schichten drei verschiedene, für gewöhnlich scharf voneinander abgegrenzte Wasserhorizonte vorhanden, die stockwerkartig übereinander folgen. Von diesen sind hinsichtlich der Versinkungsfrage nur die beiden untersten von weitergehender Bedeutung, da entlang der zwischen Immendingen und Fridingen gelegenen Donaustrecke die Zementmergel im Talgrunde selbst nirgends zutage treten, und andererseits auch der Austritt der Aachquelle bereits schon im Horizont der diese unterlagernden Massenkalke erfolgt. Infolge der stellenweisen Durchsetzung des gesamten γ-Komplexes mit aus kalkigem Material aufgebauten Schwammriffen und Stotzengebilden ist allerdings der mittlere Wasserhorizont nicht überall wasserführend, sondern da und dort durchlöchert. Dasselbe trifft offenbar auch für den obersten Quellhorizont des weißen Jura in den Gegenden zu, in denen die Hattinger Riffkalke auftreten. Lediglich im untersten Wasserhorizont setzt die Wasserführung an keiner einzigen Stelle aus, so daß wenigstens in diesem Horizont allenthalben ein gleichmäßig durchgehender, in sich mehr oder weniger zusammenhängender Wasserkörper vorhanden ist. Nur insofern bestehen auch im Schichtbereich des unteren weißen Jura gewisse Unregelmäßigkeiten hinsichtlich der Wasserführung, als dessen Untergrenze nicht durchweg mit der Schichtgrenze zusammenfällt. Es hängt dies damit zusammen, daß hin und wieder das verschwammte Unter-β mit schlierenartig entwickelten Mergellagen durchsetzt ist und andererseits auch gelegentlich wie erwähnt schon im Ober-α kalkigstotzige, wasserdurchlässige Riffmassen auftreten. Aber auch bei normaler Entwicklung der α-Schichten fällt die untere Grenze dieses Quellhorizonts ebenfalls nicht immer schlechtweg mit der Zonengrenze zusammen, denn nicht selten treten bereits an der Basis der den Impressamergeln eingelagerten Kalkbänke hin und wieder Quellen zutage. Dies ist übrigens sehr vielfach auch in den tieferen und höheren Lagen des Weißjura-γ in genau derselben Weise der Fall.

Wie allenthalben auf der Albhochfläche, so finden sich auch in deren Bereich im Gebiete der oberen Donau an zahlreichen Stellen sporadisch auftretende, zähe, bräunlichverfärbte Bohnerztone, welchen sehr häufig Bohnerzkörner beigemengt sind. Größere Flächen bedecken dieselben hier allerdings fast nur in dem südwärts des Donautales gelegenen Gelände. Dasselbe gilt gleichermaßen auch hinsichtlich der aus späteren Tertiärperioden stammenden und diskordant über den Weißjuraschichten lagernden bunten Mergel, Tone, Süßwasserkalke und Juranagelfluhdecken, welche ebenso wie die Bohnerztone im großen ganzen wasserundurchlässig sind. Weiter gegen Süden bilden sodann

glaziale und fluvoglaziale Aufschüttungen des Rheingletschers die obersten Deckschichten. In diesen, welche stellenweise die älteren unterlagernden Schichten vollkommen überdecken, ist zwar kein einheitlicher Wasserhorizont vorhanden, doch ist daraus, daß aus ihnen verschiedentlich Quellen austreten, zu entnehmen, daß auch sie im allgemeinen gegen unten so ziemlich wasserundurchlässig sind. Da alle diese Wasserhorizonte verhältnismäßig hoch liegen, so sind sie für die Donau-Aach-Frage nicht weiter von Bedeutung.

Weiterhin sind aber auch noch die im tieferen Talgrunde der Donau sich findenden jüngeren Bildungen, welche von Immendingen bis Fridingen die in der Talsohle anstehenden jurassischen Schichten vollständig überdecken, mit Grundwasser durchtränkt. Diese Ablagerungen, welche zum größten Teil von der Donau und ihren Nebenflüssen angeschwemmt wurden, bestehen in der Hauptsache aus unregelmäßig miteinander verflochtenen, zumeist linsenförmig entwickelten Lagen von Geröllen, Kiesen und Sanden. Sowohl die Kies- als auch die Geröllagen enthalten hier allenthalben reichlich sandiges Material beigemengt. Dagegen weisen alle diese Aufschüttungen samt und sonders nur verhältnismäßig wenig tonige Beimengungen auf und sind daher auch in sehr hohem Maße wasseraufnahmefähig. Die Gerölle, welche stellenweise dachziegelartig gegen die Strömungsrichtung gelagert sind, sind teils flachscherbig, teils gerundet; ihre Größe ist ziemlich wechselnd, bleibt aber im allgemeinen unter Faustgröße. Rein tonige Einschaltungen sind in den tiefern Lagen verhältnismäßig selten; dagegen bildet fast überall eine braun gefärbte tonige Masse von wechselnder Mächtigkeit, der sog. Auelehm, die oberste Deckschicht. Die Mächtigkeit dieser alluvialen und diluvialen Aufschüttungen im Donaugrunde, in deren unteren Lagen sich das zuströmende Wasser so ziemlich überall ungehindert weiterbewegen kann und infolgedessen auch normalerweise langsam talabwärts zieht, scheint nirgends sehr beträchtlich zu sein. So gehen beispielsweise die größten Mächtigkeitswerte, welche bei den in der Tuttlinger Gegend im tiefstgelegenen Teil der Talniederung vorgenommenen Ausschachtungen beobachtet wurden, im allgemeinen nicht über einen Höchstbetrag von 6—8 m hinaus. Ebensolche, allerdings nur z. T. grundwasserführende Schwemmlandsdecken finden sich größtenteils auch in den Nebentälern, und zwar treten diese hier vor allem in deren unteren Strecken, insbesondere da wo schuttkegelartige Aufschüttungen vorliegen, in stärkerer Mächtigkeit auf. Für gewöhnlich werden die in solchen Talaufschüttungen dahinziehenden Grundwasserströme lediglich durch Wasserzufuhr von der Ober-

fläche her und von den Talrändern aus gespeist. Überall da, wo das Flußbett gegen diese lockeren Talaufschüttungen nicht völlig abgedichtet ist, erhalten diese unter Umständen aber auch noch Wasserzufuhr aus dem Flußbett selbst.

Die Talaufschüttungen, in den entlang der Versinkungsstrecke einmündenden Nebentälern, an welche sich ebenso wie im Donautal zu beiden Seiten Gehängeschutthalden anschließen, bestehen in der Hauptsache aus Weißjuramaterial. Im Haupttal dagegen finden sich in diesen außer den Kalksanden und Kalkschottern auch noch in reicher Zahl Buntsandstein-, Quarzit-, Granit- und Gneisgerölle nebst deren feineren Zerreibungsresten. Da unter diesen aus dem Schwarzwald und dem Schwarzwaldvorland stammenden Geröllen die Buntsandsteinrollstücke weitaus überwiegen, so ist es wohl verständlich, weshalb die sandigen Aufschüttungen in der Donauaue lagenweise einen geradezu auffallend hohen Prozentsatz an Quarzkörnern aufweisen.

Hin und wieder sind diese Geschiebelagen durch kalkige Bindemassen zu festen, konglomeratischen Bänken verbacken. Solche wurden bis jetzt beobachtet bei Tuttlingen, bei Nendingen und bei Fridingen. Da es sich in all diesen Fällen nicht um eine gleichmäßig durchgehende feste Bank handelt, sondern um rein örtliche, teils in größerer, teils in kleinerer Flächenausdehnung auftretende Kiesverbackungen, so sind diese hinsichtlich der Wasserführung nicht weiter von Belang. Auf jeden Fall wirken sie nicht in stärkerem Ausmaße abdichtend gegen unten. Im übrigen sind trotz des an sich durchweg ziemlich hohen Kalkgehalts der aus den Weißjuraschichten austretenden Wässer im tieferen Talbereich lediglich bei Altmühlheim nennenswertere Kalktuffvorkommen zu verzeichnen. Die Kalktuffmassen ziehen sich hier aus dem Tälchen des kurz oberhalb der oberen Mühle entspringenden Wulfbachs schuttkegelartig ins Haupttal herein. Bei der unteren Mühle, wo diese — wie sich bei einer hier im Jahre 1926 vorgenommenen Bohrung gezeigt hat — auf α-(Lochen)-Schichten auflagern, weist das gesamte Tuffpolster eine Mächtigkeit von über 12 m auf.

Sowohl hinsichtlich der oberirdischen als auch der unterirdischen Wasserverhältnisse im Gebiete des Donaudurchbruchs durch die Schwäbische Alb ist von besonderer Wichtigkeit, daß die Weißjuraschichten nicht horizontal gelagert sind, sondern im großen ganzen mit schwachem Gefäll in südlicher bezw. südöstlicher Richtung einfallen. Es hat dies zur Folge, daß ganz allmählich die Malmglieder gleichen Alters albeinwärts in ein tieferes Niveau rücken und schließlich weiter gegen Süden überhaupt nicht mehr zutage treten. Ganz entsprechend ver-

schiebt sich weiter gegen Süden naturgemäß auch jeweils die Höhenlage der Wasserkörper der verschiedenen Wasserhorizonte des weißen Jura. Speziell in unserem Gebiet wirkt sich das allgemeine Schichtenfallen in der Weise aus, daß die höheren Schichtlagen des unteren weißen Jura, die an dem Stirnrand des Hochalbkörpers in Höhenlagen von 800—1000 m anstehen, entlang der Talstrecke Fridingen—Immendingen nur noch im tieferen Talgehänge ausstreichen. Bei Fridingen und noch weiter unterhalb liegen sie sogar schon ganz unter der Talsohle, doch treten verschwammte β-Kalke späterhin bei Beuron erneut am tieferen Talgehänge zutage. Infolgedesssen liegt streckenweise längs des Versinkungsabschnitts auch bereits der Wasserkörper des untersten Wasserhorizonts des weißen Jura unter der Talsohle, so daß hier an zahlreichen Stellen nicht nur in der Schwemmlandsdecke, sondern auch noch im tieferen Talgrunde Ansammlungen von Tiefenwasser vorhanden sind.

Da die im Gebirgsinnern über den als Wasserstauer wirkenden Zonen sich sammelnden Schichtwässer im allgemeinen der Neigung der Schichten entsprechend abfließen, so treten infolge des Südostfallens der Juratafel innerhalb des im Bereiche des Albkörpers gelegenen Einzugsgebiets der Donau die Quellen in der Regel an den südwärts gerichteten Hängen zutage. So befinden sich auch im Donautal selbst nahezu sämtliche ergiebigeren Quellen auf der nördlichen Talseite, während dagegen an den südwärts gerichteten Talhängen durchweg nur verhältnismäßig wenige und zumeist sehr schwache Quellen austreten. In genau derselben Weise wirkt sich das Südfallen der Weißjuraschichten auch hinsichtlich der Wasserzufuhr durch die Donaunebenflüsse aus. Von Norden her fließen der Donau eine Reihe von dauernd wasserführenden Bächen und Rinnsalen zu, während dagegen von Süden her speziell auf der Strecke Immendingen—Fridingen ausschließlich Trockentäler ins Haupttal einmünden.

Der Neigungswinkel, unter dem die Juraschichten albeinwärts einfallen, ist nun allerdings im Bereiche des Versinkungsgebiets keineswegs etwa überall ein und derselbe. Zudem sind hier auch noch verhältnismäßig recht viele Stellen zu verzeichnen, an denen dieselben entweder vollkommen horizontal liegen oder aber, wie in der Folge noch genauer dargelegt wird, in sehr verschiedenartiger Weise geneigt oder verbogen sind. Schon allein daraus ist zu ersehen, daß der geologische Bau auch des westlichsten Abschnittes des Albhochlandes kein so einfacher ist, wie früher so gemeinhin für das ganze Gebiet der Schwäbischen Alb angenommen wurde. Wohl haben sowohl K. Endriss als

auch CHR. REGELMANN und E. FRAAS verschiedentlich Belege dafür erbracht, daß gerade das in Rede stehende Gebiet in besonders hohem Maße gestört ist. Klarheit über die in der Tat ungemein verwickelten Lagerungsverhältnisse im Versinkungsbereich der oberen Donau haben aber doch erst die planmäßig von Seiten der badischen geologischen Landesanstalt durchgeführten Untersuchungen, die sich allerdings auch weit über den Rahmen des Versinkungsgebiets hinaus erstreckten, erbracht. Es hat sich hierbei ergeben, daß nicht nur deutlich ausgeprägte Bruchtektonik vorliegt, sondern daß die lokalen Lagerungsverhältnisse auch durch einen schwachen Faltenwurf weitgehendst beeinflußt sind. Längs der Versinkungsstrecke machen sich im Talbereich der Donau vor allem zwei stärkere Störungszonen besonders auffallend bemerkbar, von denen die eine unmittelbar unterhalb von Immendingen und die andere in der Gegend von Fridingen das Donautal durchquert. Es ist deshalb auch wohl verständlich, weshalb im Grunde des Donautals entlang der gesamten Strecke ihres Albdurchbruches ein weit stärkerer Wechsel in den Gesteinsverhältnissen zu verzeichnen ist als bei völlig normalen Lagerungsverhältnissen zu erwarten wäre.

In der Gegend von Geisingen, wo die Donau nach kurzem Lauf durch vermoortes Niederungsland und das Albvorland in den Körper der eigentlichen Hochalb eintritt, liegen die untersten Schichtlagen des weißen Jura z. T. noch über der Talsohle. Nur wenig talabwärts aber verschwinden auch die hier noch im untersten Teil des Gehänges auf der rechten Talseite ausstreichenden Doggergesteine im tieferen Talgrunde, und in der Folge treten im Talbereich der Donau — abgesehen von jüngeren Bildungen — auf eine weite Strecke hin ausschließlich Schichtglieder des weißen Jura zutage.

Längs der gesamten Versinkungsstrecke durchfurcht die Donau den Albkörper in tiefeingeschnittenem, vielgewundenem und vielfach terrassengegliedertem Tal. Das von Geisingen bis unterhalb Immendingen ziemlich breit angelegte Donautal verläuft auf diesem Abschnitt in annähernd westöstlicher Richtung. Unterhalb Immendingen biegt die Donau nach Süden ab, fließt am Brühl ein kurzes Stück gegen Osten und schlägt sodann nordöstliche Laufrichtung ein, welche sie weiterhin bis Möhringen beibehält. Von Möhringen bis Altmühlheim fließt sie in ober- und vor allem unterhalb Tuttlingen stark ausgeweitetem Tal in nordöstlicher Richtung weiter. Unterhalb Mühlheim umfließt sie in sehr engem Tal den Scheibenbühl und Welschenberg, dabei ständig ihre Richtung wechselnd. Von kurz oberhalb der Bäramündung an weitet sich das nunmehr südwärts gerichtete Tal zu einem breiten Tal-

becken, welches aber bereits nur wenig unterhalb Fridingen nach abermaligem Laufwechsel in die Nordostrichtung in ein steil geböschtes, stellenweise mäandrierendes Engtal übergeht. Diese Änderung der Talform ist hier ebenso wie auch auf der unterhalb Altmühlheim gelegenen Donaustrecke in der ungemein starken Verschwammung der Juraschichten begründet. Von Geisingen bis Beuron hat die Talstrecke eine Länge von 54 km; sie fällt dabei von 665 m über N.N. bis auf 608 m über N.N., was einem mittleren Gefäll von 1,0625 ‰ entspricht. Das Gefäll des Flusses selbst ist allerdings infolge seiner zahlreichen Laufwindungen und der Einschaltung mehrerer Staustufen, wie aus der Gefällskurve (Fig. 1) zu ersehen ist, stellenweise wesentlich geringer.

Zwischen Zimmern und Fridingen mündet eine stattliche Zahl von größeren und kleineren Nebentälern in das Haupttal ein. Wie erwähnt, bringen die von Süden her der Donau zustrebenden, im großen ganzen durchweg verhältnismäßig kurzen Trockentäler derselben nur zur Zeit der Schneeschmelze und bei stärkeren Regengüssen Wasser zu. Auf der nördlichen Donauseite sind hingegen nur wenige und abgesehen von dem Ursental, nur kurze Nebentäler zu verzeichnen, welche heute kein Rinnsal mehr beherbergen. Alle größeren Nebenflüsse aber, der Talbach, der Weißenbach, der Krähenbach, die Elta, der Lippach und die Bära führen samt und sonders der Donau mehr oder weniger beträchtliche Wassermengen zu. Unter all diesen sind die Elta, welche unterhalb Wurmlingen den in flußgeschichtlicher Hinsicht bedeutsamen Faulenbach[1] aufnimmt, und die Bära am wasserreichsten.

Der Teil des danubischen Einzugsgebiets, welcher speziell der Versinkungsstrecke zugehört, greift im Nordwesten noch weit über den Steilabfall der Alb in das Albvorland hinaus. Die genauere Grenze bildet eine Linie, die etwa von Hochemmingen ausgeht, und sich über Schura, Hausen ob Verena nach Balgheim hinzieht, von wo aus sie bis Deilingen dem Stirnrand der Alb entlang verläuft. Von Deilingen an zieht sie sodann innerhalb des hoch gelegenen Weißjuragebiets über Thieringen in die Gegend von Meßstetten. Die Südgrenze, welche eine weit unregelmäßiger gebuchtete Linie bildet, zieht sich von Stetten zum Höwenegg und verläuft dann weiter vorbei an Hattingen, Emmingen ab Eck, Lipptingen bis in die Gegend von Heudorf. In der außerordentlich großen Zahl von sowohl nördlich wie südlich der Donau gelegenen

[1] Über die Entwicklung der europäischen Wasserscheide zwischen Donau und Neckar im Gebiet des heutigen oberen Neckar. Die ehemalige Flußverbindung Prim—Eschach—Faulenbach von K. C. Beez. Jahresberichte und Mitteilungen d. Oberrh. geol. Vereins, Jahrgang 1924.

Trockentälern kommt deutlich zum Ausdruck, in welch hohem Maße hier das jurassische Einzugsgebiet der Donau verkarstet ist. Daß sich die Verkarstung außerdem auch in diesem Gebiet in dem Auftreten von Erdfällen und von abflußlosen Wannen äußert, sei in diesem Zu-

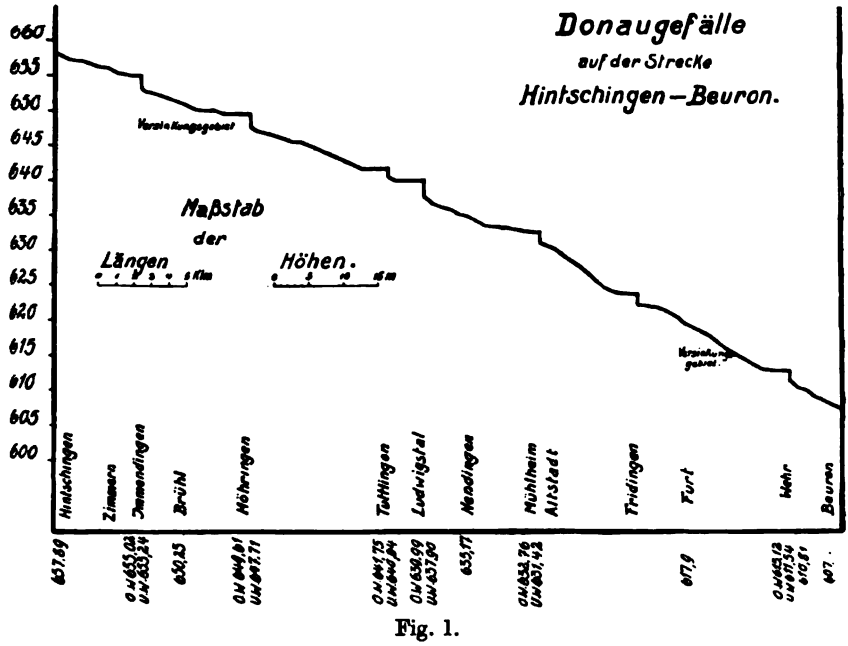


Fig. 1.

sammenhang nur nebenbei erwähnt. Die Folgeerscheinung davon aber ist, daß das in dem oben umschriebenen Einzugsgebiet niedergehende meteorische Wasser zu einem hohen Prozentsatz dem Donausystem verloren geht.

III. Die Grundwasserverhältnisse im Donautal bei und unterhalb Tuttlingen.

Im Jahre 1907 ließ die Tuttlinger Stadtverwaltung in der dortigen Gegend eine hydrologische Spezialuntersuchung vornehmen, bei welcher zum erstenmal genauere Unterlagen über die Grundwasserverhältnisse in einem kleineren Abschnitt des Versinkungsgebiets der oberen Donau gewonnen wurden. Es waren selbstredend rein praktische Erwägungen, welche den Anstoß zur Durchführung dieser Grundwasseruntersuchung gaben. Und zwar sollte durch diese in erster Linie Klarheit darüber geschaffen werden, ob nicht das Grundwasser, aus dem das Stadtgebiet

in der Hauptsache mit Trink- und Gebrauchswasser versorgt wird, durch im Bereiche der Stadt Tuttlingen verfallende Abwässer irgendwie schädlich beeinflußt wird.

Ganz besonders eingehend wurden daher vor allem die Grundwasserverhältnisse in dem unterhalb Tuttlingen gelegenen Abschnitt der Donauaue untersucht, in welchem die Entnahmestelle der Tuttlinger Gemeindewasserversorgung liegt. Es geschah dies in der Weise, daß in der engeren und weiteren Umgebung des Pumpwerks zu verschiedenen Zeiten des Jahres 1907 an einer größeren Zahl von Stellen Messungen über die Höhenlage des Grundwasserspiegels vorgenommen wurden. Innerhalb des eigentlichen Stadtbezirks dagegen wurden im großen ganzen lediglich die Spiegelhöhen in den wenigen, damals noch vorhandenen Brunnen eingemessen. Vereinzelte Grundwassermessungen wurden sodann auch noch in der Talniederung oberhalb der Eltamündung ausgeführt.

Der auf Grund dieser hydrologischen Untersuchung von Herrn Regierungsbauführer FREUDIGMANN entworfene Höhenschichtenplan des Grundwasserspiegels in der Donauaue unterhalb Tuttlingen (Taf. V). läßt bereits auf den ersten Blick einen sehr eigenartigen und verwickelten Verlauf der Grundwasserbewegung in der hier ziemlich breiten Talniederung erkennen. Die Unterlagen, nach denen die vorliegenden Grundwasserkurven gezeichnet wurden, beruhen in der Hauptsache auf den Pegelbeobachtungen, welche bei den am 24. Juli 1907 ausgeführten Messungen gewonnen wurden. Außer an diesem Tage wurde an der Mehrzahl der Grundwasserbeobachtungspunkte jeweils auch noch am 24. Mai, am 15. Okt. und am 23. Dez. die Höhenlage des Wasserspiegels in den losen Aufschüttungen der Talaue gemessen. Wie vorauszusehen war, hat sich bei der mehrmaligen Wiederholung dieser Grundwassermessungen vor allem ergeben, daß die Spiegelhöhen des Grundwassers im Talgrunde nicht unerheblich schwanken. Aber trotzdem lassen auch diese ein im großen ganzen der Grundwasserbewegung vom 24. Juli so ziemlich entsprechendes Bild erkennen. Besonders erwähnt sei in diesem Zusammenhang, daß das Grundwasser am 24. Mai am höchsten stand, während es hingegen am 15. Oktober so ziemlich an sämtlichen Meßpunkten den niedrigsten Stand aufwies. An diesem Tage lag der Grundwasserspiegel stellenweise bis zu 1,8 m tiefer als am vorgenannten Meßtage.

Ohne jedes weitere Zutun lassen sich übrigens ebensolche Beobachtungen über das Schwanken des Grundwasserspiegels in den in der Donauniederung in sehr reicher Zahl angelegten Kiesgruben machen.

Diese sind im allgemeinen nur soweit ausgetieft, daß sie während der Zeit des niedrigsten Grundwasserstandes vollkommen wasserfrei sind. In der übrigen Zeit des Jahres sind sie dagegen mehr oder weniger stark mit Wasser angefüllt, und zwar stimmt ihre Wasserführung jeweils so ziemlich mit dem allgemeinen Grundwasserstand in der Talniederung überein. Verschiedentlich fallen in diesen Gruben vom Wasser geschaffene, horizontal verlaufende Einkerbungen ins Auge, welche zumeist eng gedrängt aufeinanderfolgen. Es sind dies Höhenmarken ehemaliger Spiegelstände, welche auch noch in der trockenen Jahreszeit von dem wiederholten Wechsel der Wasserstandshöhen Kenntnis geben.

Von oberhalb Tuttlingen bis Mühlheim besteht der tiefere Untergrund entlang dem rechten Talrand durchweg aus klüftigen, wasserdurchlässigen Weißjura-β-Kalken, welche auf dieser Talseite allenthalben auch noch am tieferen Gehänge zutage treten. Auf der gegenüberliegenden Talseite ist dies gleichermaßen sowohl zwischen Mühlheim und Nendingen, als auch im Tuttlinger Stadtbereich der Fall. Anders liegen die Verhältnisse nur in dem dazwischen liegenden Geländeabschnitt, wo im tieferen Talgrunde ebenso wie auch im untersten Teil des Gehänges wasserundurchlässige Weißjura-α-Gesteine anstehen. Deecke führt dies eigenartige Heraustreten der α-Schichten in der Talfläche unterhalb Tuttlingen auf das allgemeine Fallen und auf eine schwache Aufbiegung zurück. Es scheint jedoch, daß diese hier durchaus aus dem normalen Rahmen fallenden Lagerungsverhältnisse im wesentlichen durch Bruchtektonik bedingt sind, und zwar bei Tuttlingen vermutlich durch zwei verschiedene Störungen, von denen die eine ungefähr parallel zum Donautal, die andere dagegen quer zu diesem verläuft. Daraus, daß an der Stelle, wo die Donau unterhalb Tuttlingen an den südlichen Talhang herantritt, noch Weißjura-α ansteht und daß andererseits beim Bau der Tuttlinger Straßenbrücke im Talgrunde β-Kalke angetroffen wurden, ist zu schließen, daß die letztere in dem zwischen diesen beiden Punkten gelegenen Abschnitt das Donautal durchquert. Über den genaueren Verlauf der zweiten — sich allem Anschein nach bis kurz vor Nendingen in der Talniederung hinziehenden — Störung lassen sich, da in diesem Teil der Talniederung an keiner Stelle Anstehendes zutage tritt, vorerst keine näheren Angaben machen.

---

[1] Da die Quelle bei der Papiermühle im Horizont der β-Kalke zutage tritt, so müssen demzufolge diese Kalke hier am nördlichen Talrand bis zur Höhe des Grundwasserstandes in der Talaue mit Tiefenwasser erfüllt sein.

Was die Frage der Speisung des Grundwasserhorizonts der Talaue bei und unterhalb Tuttlingen anbelangt, so ist infolge des Schichtfallens auf der südlichen Talseite weder unterirdisch noch vom Gehänge her mit einer einigermaßen nennenswerten Wasserzufuhr zu rechnen. Wohl aber ist anzunehmen, daß dagegen vom nördlichen Talrande her nicht unerhebliche Wassermengen dem Flusse zustreben. Bei dieser Überlegung ist allerdings zu bedenken, daß der speziell für den unmittelbar unterhalb Tuttlingen gelegenen Abschnitt der Talniederung in Betracht kommende Einzugsraum verhältnismäßig klein ist und daß überdies hier am nördlichen Talgehänge bedeutendere Wassermengen erst weiter unterhalb bei der Papiermühle und bei der Bleiche offen zutage treten[1]. Immerhin kann aber trotzdem mit aller Bestimmtheit angenommen werden, daß von der nördlichen Talseite her weit mehr Wasser zugeführt wird als von Süden, wo in der Hauptsache nur das oberflächlich an dem Talgehänge herabfließende Wasser zuströmt.

Es wäre daher eigentlich zu erwarten, daß die Spiegelfläche des Talgrundwassers in der Tuttlinger Gegend allenthalben ganz allmählich gegen Norden ansteigen würde. Vor allem in dem Talabschnitt, wo die Donau unmittelbar dem südlichen Talrande entlang zieht, müßte dieses theoretisch zu erwartende Einfallen des Grundwasserspiegels gegen den Fluß besonders klar zum Ausdruck kommen. Und in der Tat ist dies auch in dem am weitesten östlich gelegenen Abschnitt des speziellen Untersuchungsgebiets der Fall. Anders verhält es sich jedoch in der Gegend des Pumpwerks und vor allem weiter westlich. Hier fallen die Grundwasserkurven nicht gegen den Fluß, sondern gegen den nördlichen Talrand zu, ein, also gerade in entgegengesetzter Richtung. Hieraus ist ohne weiteres zu ersehen, daß bei und oberhalb dem Ludwigstaler Wehr Beziehungen zwischen dem offenen Fluß und dem Talgrundwasser bestehen, d. h. daß in diesem Gebiet eine Speisung des Grundwasserhorizonts der Aue durch Zufuhr von Donauwasser erfolgt. Dieses Wasserabströmen aus dem offenen Fluß wird in hohem Maße durch folgende zwei Umstände begünstigt: einesteils durch den Wehrstau und andererseits dadurch, daß unmittelbar bei der Wehrwage ein Altwasserarm, der erst etwas weiter oberhalb zugeschüttet ist, abzweigt. Wie aus dem Verlauf der Grundwasserkurven zu ersehen ist, tritt nicht nur oberhalb des Wehrs, sondern auch in dessen nächster Umgebung Wasser in die Aue über. Demnach trifft also der Erfahrungssatz, daß oberhalb eines Wehrs im Bereiche des Wehrstaus durch die sehr weitgehende Sedimentation der Schwebstoffe das Flußbett völlig abgedichtet wird, nicht in allen Fällen zu.

Sofern hier tatsächlich Donauwasser in den Talgrundwasserhorizont abfließt, müssen aber auch die Zeitpunkte des Hoch- und Tiefwasserstandes der offenen Donau und des Grundwassers in dem engeren Untersuchungsgebiet wenigstens ungefähr zusammenfallen. Wie aus den über die Pegelstände der Donau an den vier verschiedenen Meßtagen vorliegenden Aufzeichnungen zu ersehen ist, hatte diese den tiefsten Stand am 15. Oktober und den höchsten am 23. Dezember. Demnach fällt auch in der Tat der tiefste Stand des Grundwassers der Talaue und des Wasserspiegels der offenen Donau auf einen und denselben Tag. Dagegen fällt jedoch der Tag des Höchststandes der Donau während der vier Meßtage nicht mit dem des höchsten Standes des Grundwasserspiegels zusammen, denn am 24. Mai, wo letzteres der Fall war, lag der Donauspiegel noch um ca. 16 cm tiefer als am 23. Dezember. An diesem Tage war wohl in dem Abschnitt oberhalb des Wehrs bei den in der Ufernähe gelegenen Beobachtungsstellen der Grundwasserstand etwas höher als am 24. Mai, dagegen blieb dieser an den übrigen Pegelstellen überall hinter der am 24. Juli gemessenen Höhenlage zurück. In diesem Zusammenhang sei auch noch erwähnt, daß am 15. Oktober der Spiegel der offenen Donau um etwa 70 cm tiefer lag als am Tage des höchst beobachteten Standes desselben. Diese Abweichung hinsichtlich der Zeit des Höchststandes des Grundwassers und desjenigen der offenen Donau spricht nun keineswegs etwa unbedingt dagegen, daß das Grundwasser durch Flußwasser gespeist wird, denn es ist sehr wohl möglich, daß die Donau bei Tuttlingen am 23. Dezember Hochwasser geführt hat. Und da sich das Talgrundwasser erfahrungsgemäß außerordentlich langsam weiterbewegt, so scheint die Sachlage bei Hochwasser eben eine derartige zu sein, daß das Einsetzen eines solchen im Grundwasserstande erst nach Ablauf einer gewissen Zeit stärker in Erscheinung tritt. Es mag in dieser Hinsicht allerdings auch noch der Umstand eine nicht unerhebliche Rolle spielen, daß die Wehranlage hinsichtlich des Wasserabflusses aus dem Altwasserarm in sehr hohem Maße ausgleichend wirkt. Dies ergibt sich ohne weiteres beim bloßen Vergleich der nachfolgend aufgeführten Pegelstandsbeobachtungen am Werkkanal unmittelbar unterhalb des Wehrs und im Donaubett an der Donaubrücke von Ludwigstal (300 m unterhalb des Wehrs). Am Ludwigstaler Werkkanal stand der Wasserspiegel am 24. Mai auf 640,29, am 24. Juli auf 639,94, am 15. Oktober auf 639,76 und am 23. Dezember auf 640,45, während an denselben Tagen an der Ludwigstaler Donaubrücke Spiegelhöhen von 638,30, 637,92, 636,55 und 638,60 gemessen wurden. Zum Schluß

sei in diesem Zusammenhang auch noch erwähnt, daß besonders im mittleren Abschnitt des Untersuchungsgebiets der Betrag der Spiegelabsenkung bei niederem Grundwasserstand dem Talrande zu weit beträchtlicher war, als im ufernahen Gebiet. Es ist dies aber ein weiterer Beleg dafür, daß hier in der Tat Donauwasser ins Talgrundwasser abfließt.

Aus den wenigen Angaben über den Grundwasserstand in dem Gebiet unterhalb des Wehrs lassen sich darüber, ob auch noch weiter donauabwärts Flußwasser in die Aue übertritt, keine völlig einwandfreien Schlüsse ziehen. Es hat aber jedenfalls den Anschein, als ob in diesem östlichsten Teil des engeren Untersuchungsgebiets an keiner einzigen Stelle eine stärkere Beeinflussung des Grundwasserstandes von der Seite des Flusses aus erfolgt. Im übrigen ist hier offenbar auch der Zustrom vom Talrande her weit stärker als in dem weiter oberhalb gelegenen Talabschnitt. Was schließlich noch die Abflußverhältnisse im allgemeinen anbelangt, so geht aus den aus diesem Teil der Donauniederung vorliegenden Grundwasserstandsmessungen völlig einwandfrei hervor, daß das Talgrundwasser in dem Gelände unterhalb des Ludwigstaler Wehrs in durchaus normaler Weise donauabwärts abfließt.

Ganz anders liegen indessen die Grundwasserverhältnisse im westlichsten Teil des hydrologisch eingehender untersuchten Gebiets, denn hier fallen die Grundwasserkurven nicht in der Fließrichtung der Donau, sondern gerade entgegengesetzt zu dieser ein. Zudem ist hier das Gefälle donauaufwärts ein so starkes, daß der Grundwasserspiegel auf der kurzen Strecke von 200 m um volle 4 m (von 640 auf 636) absinkt. Wenn auch aus dem gegen Westen anschließenden Talgebiet keine weiteren Grundwassermessungen vorliegen, so läßt sich doch wenigstens aus den Wasserstandsbeobachtungen an zwei in nächster Nähe des Tuttlinger Vorstadtbahnhofs gelegenen Brunnen soviel entnehmen, daß auch hier der Grundwasserspiegel unverhältnismäßig tief liegt. In dem einen dieser Brunnen stand der Wasserspiegel am 24. Juli 1907 auf 631, 61 (am 10. Juni 1907 auf 631,92) und in dem anderen (etwa 120 m östlich der Ziegelei) am 15. November 1906 auf 633,4. Mithin scheint aber der Grundwasserspiegel weiter flußaufwärts bis Tuttlingen auch noch weiterhin nicht unerheblich abzusinken.

Daß in der Tat der Grundwasserspiegel im Bereiche des ostwärts der Einmündung des Eltakanals gelegenen Teils der Tuttlinger Vorstadt verhältnismäßig tief liegt, geht im übrigen auch noch aus den beim Bau der Tuttlinger Straßenbrücke gemachten Feststellungen

über die Wasseraufnahmefähigkeit des tieferen Untergrunds an der Baustelle hervor. „Bei der Aushebung des Fundaments für die Brückenpfeiler trat — wie Herr Baurat Dr. SPÄTH-Stuttgart berichtet — der überraschende Fall ein, daß die Brückenpfeiler, deren Fundamente bis zu 5 m unter der Flußsohle ausgeschachtet wurden, ohne besondere Wasserhaltung erstellt werden konnten. Auf der Fundamentsohle zeigten sich zahlreiche Sickerlöcher, in die das von außen eindringende Wasser rasch verschwand, so daß die Pfeilerfundamente fast trocken waren. Die Fundamentsohle der Brückenpfeiler wies verschiedene Sickerlöcher auf, in die das Wasser floß. Wie die Wasserströmung vor den Versinkungsstellen anzeigte, war die Schluckfähigkeit der Sickerlöcher teilweise nicht unerheblich. Die beim Fundamentaushub ausgebrochenen Steine, die dem Weißjura-β-Kalk angehören, zeigten deutlich die typischen, vom Wasser ausgewaschenen Stellen, die eine gewisse Ähnlichkeit mit den von Mäusen verursachten Erdgängen hatten. Größere Hohlräume wurden bei den Aushubarbeiten für die Brückenpfeiler nicht beobachtet."

Nach den Beobachtungen, welche bei Ausschachtungen im Bereiche der Tuttlinger Vorstadt gemacht wurden, scheinen in diesem Gebietsstreifen die Talaufschüttungen für gewöhnlich so ziemlich wasserfrei zu sein. Um so auffallender ist es daher, daß diese, wie aus am 24. Dezember 1907 und während des März und April 1928 im Mündungsgebiet der Elta ausgeführten Grundwassermessungen hervorgeht, trotzdem bereits schon wenige 100 m weiter oberhalb wiederum Grundwasser führen (vergl. die diesbezüglichen Angaben auf Tafel VI). Am obgenannten Tage stand beispielsweise der Grundwasserspiegel bei dem etwa 500 m oberhalb der Tuttlinger Straßenbrücke gelegenen damaligen ersten Meßpunkt in diesem Geländeabschnitt (642,5 m über N. N.) auf 640,40, während hingegen der Wasserspiegel in der nicht weit von dieser Meßstelle entfernten Donau am selben Tage schätzungsweise auf etwa 642,10 gestanden haben dürfte. Des weiteren geht aus diesen Grundwassermessungen auch noch hervor, daß der Spiegel des Grundwassers in der linksufrigen Donauniederung oberhalb der Einmündung der Elta flußaufwärts ansteigt und zwar in weit stärkerem Maße eltaaufwärts als im eigentlichen Donautal. Somit sind in dem Talabschnitt oberhalb der Tuttlinger Vorstadt nicht nur hinsichtlich der Höhenlage des Spiegels des Grundwassers, sondern auch hinsichtlich des Abflusses desselben durchaus normal zu nennende Verhältnisse zu verzeichnen.

Es wäre daher vollkommen verfehlt, die Ursache des starken Ab-

sinkens des Grundwasserspiegels in dem unmittelbar unterhalb anschließenden Gebiet etwa in ungenügender Wasserbeifuhr zu suchen, sondern es kann dies nur darauf beruhen, daß in diesem Gelände das Grundwasser an Ort und Stelle verfällt[1]. Da die Grundwasseroberfläche im Bereiche der Tuttlinger Vorstadt stellenweise wesentlich tiefer liegt als die Sohle des Donaubettes, so geht dieses Wasserverschwinden hier offenbar in der Weise vor sich, daß im tieferen Talgrunde ein Wasserabfluß nach der Seite zu erfolgt. Beim Vergleich der Wasserstandshöhe in dem bereits erwähnten Brunnen in der Ziegelei (10. Juni 1907: 631,92) mit der in dem nächstgelegenen Brunnen auf der rechten Talseite[2] (10. Juni 1907: 628,2) zeigt sich auch in der Tat, daß der Grundwasserspiegel diesseits der Donau tiefer liegt wie jenseits derselben. Und da diese Brunnen nur 300 m voneinander entfernt liegen, so fließt hier das Grundwasser sogar mit ziemlich starkem Gefälle gegen Süden ab. Es ist deshalb auch nicht weiter verwunderlich, daß während des Baus der Tuttlinger Straßenbrücke das zufließende Wasser (nach Deecke etwa 20 sec/l) ohne irgendwelches Zutun schlechthin im tieferen Untergrund versank. Die durch diese seitliche Abzapfung bedingte örtliche Absenkung der Spiegeloberfläche des Grundwassers auf der linken Talseite zeigt, wie aus dem geologisch-hydrologischen Längsschnitt durch die linksufrige Donauniederung (Fig. 2) zu ersehen ist, muldenartige Gestaltung. Bemerkenswert ist sodann auch noch, daß die Grundwasseroberfläche in unmittelbarer Nähe der quer zum Donautal verlaufenden Störung also in einem Gebietsstreifen, in dem das Gebirge in stärkerem Ausmaße zerrüttet ist, am tiefsten abgesenkt ist.

Im Bereiche des auf der rechten Talseite der Donau gelegenen Tuttlinger Stadtgebiets wurden, wie schon erwähnt wurde, keine planmäßig durchgeführten Grundwasserbeobachtungen vorgenommen. Zudem ist die Zahl der vorliegenden Grundwassermessungen, welche überdies zu verschiedenen Zeiten vorgenommen wurden, zu gering, um

---

[1] Bei am 14. April 1928 in dem Gelände bei der Eisenbahnbrücke über den Eltakanal vorgenommenen Messungen wurde an der unmittelbar oberhalb derselben gelegenen Meßstelle eine Spiegelhöhe von 640,25 festgestellt. Bei einer nur wenig unterhalb dieser Brücke an der Kreuzung zwischen Bahnlinie und Stuttgarter Straße vorgenommenen kleinen Bohrung, die bis auf den anstehenden Weißjura-β niedergebracht wurde, wurde hingegen bei einer Niveauhöhe von 639,5 noch kein Wasser angetroffen, trotzdem bei der zwischen diesen beiden Punkten und zwar hart am Eltakanal gelegenen Meßstelle während der Zeit, in der die Bohrarbeiten ausgeführt wurden, Wasserstandshöhen von 641,60 bis 641,83 gemessen wurden.

[2] Bei der Katholischen Kirche.

Linien der wahrscheinlichen Spiegelhöhe zu entwerfen. Auf Grund derselben ist es aber doch immerhin möglich, einen ungefähren Einblick in die besonderen Eigenheiten der Grundwasserverhältnisse im Untergrunde der Stadt Tuttlingen zu erlangen. Am augenfälligsten ist hier zunächst die Erscheinung, daß das Grundwasser nicht, wie es sonst für gewöhnlich der Fall ist, dem Talinnern zustrebt, sondern daß dessen Spiegelfläche gegen den südlichen Talrand zu einfällt. Um dies zu belegen, mögen zuerst einige Messungen unmittelbar unterhalb des Bahnhofs Erwähnung finden, und zwar entlang einer von dem Donausteg neben der Eltamündung aus in südöstlicher Richtung verlaufenden Linie. Bei einem Spiegelstand der Donau von 642,15 (unmittelbar unterhalb des Stegs) wurde am selben Tage (24. Dezember 1907) in einer etwa 200 m südwärts gelegenen Meßstelle beim Zollamt ein Grundwasserstand von 640,60 festgestellt; des weiteren stand am 24. Januar 1908 das Grundwasser 200 m weiter gegen Süden (bei der Villa

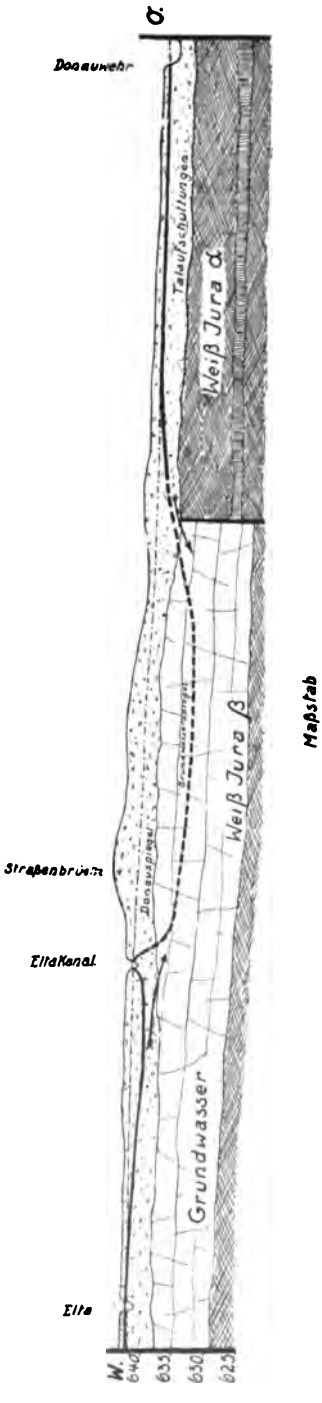


Fig. 2.
Geologisch-hydrologischer Längsschnitt durch die linksufrige Talniederung bei Tuttlingen zwischen der Eltamündung und dem Ludwigstaler Wehr zur Veranschaulichung der Grundwasserführung im Talgrunde.

Blumenau) auf 637,90. Demnach ist aber nicht zu bezweifeln, daß hier der Grundwasserspiegel tatsächlich gegen den südlichen Talrand zu absinkt. Wie die auf dem in Taf. VI wiedergegebenen Tuttlinger Stadtplan vermerkten weiteren Brunnenmessungen erkennen lassen, ist dies auch im weiter ostwärts gelegenen Teil des eigentlichen Stadtgebiets in genau derselben Weise der Fall. Allerdings bildet die Wasseroberfläche dieses

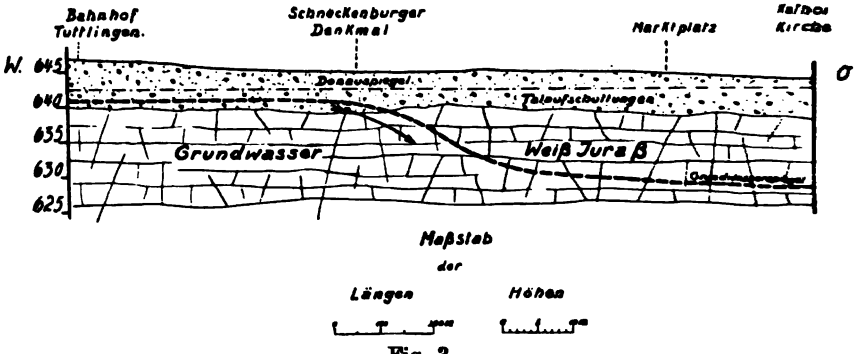


Fig. 3.

Geologisch-hydrologischer Längsschnitt durch die rechtsufrige Donauniederung bei Tuttlingen zwischen Bahnhof und katholischer Kirche zur Veranschaulichung der Grundwasserführung.

Grundwasserhorizontes durchaus nicht etwa eine ebene Fläche mit gleich gerichtetem Gefäll, sondern sie ist offensichtlich in der verschiedenartigsten Weise geneigt und verbogen. So ist vor allem bemerkenswert, daß der Grundwasserspiegel auch noch in der Richtung von West nach Ost sehr beträchtlich absinkt. Auf dem geologisch-hydrologischen Längsschnitt durch die rechtsufrige Donauniederung (Fig. 3) kommt gerade dieses allmähliche Absinken des Grundwasserspiegels in der Fließrichtung der Donau besonders klar und deutlich zum Ausdruck.[1] Und zwar deckt sich überraschenderweise diese Absenkungslinie so ziemlich mit derjenigen des parallel zu diesem geführten Längsschnitts durch die linksseitige Talniederung; nur liegt die Grundwasseroberfläche naturgemäß diesseits der Donau durchweg tiefer als jenseits. Infolgedessen muß aber doch wohl angenommen werden, daß sich bei Tuttlingen der Grundwasserspiegel im Bereiche der gesamten Talniederung in gleichartiger Weise gegen Osten absenkt. Da in diesem Talabschnitt das Grundwasser südwärts abzieht, so liegt die Tiefenlinie dieser trichterartigen Einmuldung der Grundwasser-

[1] Darauf ist es auch zurückzuführen, daß, wie E. Fraas berichtet, bei Hochwasser das Grundwasser wohl im niederen Teile des oberen Stadtteils in die Keller eindringt, nicht jedoch im unteren Stadtgebiet.

oberfläche[1] noch oberhalb der Störungslinie, längs welcher die β-Kalke an die wasserundurchlässigen α-Schichten angrenzen, in deren Schichtbereich ja kein Wasser mehr versinken kann. Auf der linken Talseite macht sich die absaugende Wirkung derselben bis zu der oberhalb des Ludwigstaler Wehrs gelegenen Tal-Grundwasserscheide bemerkbar.

Letztere ist neben der eigenartigen Spiegelabsenkung der Grundwasseroberfläche bei Tuttlingen im Gesamtbilde dieser unterirdischen Hydrographie die bemerkenswerteste und zugleich auffälligste Erscheinung. Bis jetzt ist wenigstens noch keine einzige Stelle bekannt geworden, wo sich im Talgrunde eines in ganz normaler Weise wasserführenden Flusses völlig unabhängig von der Orographie eine unterirdische Wasserscheide herausgebildet hat, von der aus die Tiefenwässer teils in der Abflußrichtung, teils entgegengesetzt zu dieser abströmen. Die Ursache für diese Scheidung der Wässer im Talgrunde ist auf das Zusammentreffen zweier verschiedener Umstände zurückzuführen. Auf der einen Seite wird infolge des Auftretens von wasserundurchlässigen α-Schichten am Südrande des Talzuges den von Norden her in nordsüdlicher Richtung zufließenden Tiefenwässern das weitere Abströmen in dieser Richtung verwehrt, während andererseits die Teilung der Wassermassen durch die unterirdischen Abflußverhältnisse weiter oberhalb bei Tuttlingen ursächlich bedingt wird.

Diese Tal-Grundwasserscheide ist in ihrer Eigenart in gewissem Sinne ein Gegenstück zu der allerdings nur während der Dauer der Vollversinkung in Erscheinung tretenden Talwasserscheide bei Möhringen (vergl. S. 2). Im Kartenbilde selbst kommen allerdings die wesentlichen Züge der Ludwigstaler Tal-Grundwasserscheide nicht recht klar und übersichtlich zum Ausdruck, da das Kurvenbild dadurch etwas verwickelt ist, weil unmittelbar oberhalb ihrer Scheitellinie sich der Übertritt von Flußwasser in die Aue sehr stark bemerkbar macht.

Aus diesen Grundwasserstandsmessungen in der Tuttlinger Gegend geht sodann noch weiterhin hervor, daß überall da, wo die klüftigen β-Kalke im Talgrunde anstehen, das Talgrundwasser und das in diesen zirkulierende Tiefenwasser ein in sich zusammenhängendes Wasserstockwerk mit so ziemlich einheitlicher Spiegelfläche bilden[2]. Wie

[1] Im Grunde genommen entspricht diese Spiegeleinmuldung voll und ganz den Absenkungstrichtern, welche sich bei länger andauernden Pumpversuchen rings um die Ansatzstelle der Pumpe herum bilden.

[2] Gleichartige hydrologische Verhältnisse im Bereiche der Talniederungen liegen auch im nordfranzösischen Kreidegebiet und zwar speziell in der Gegend westwärts von Douai vor. Hier ist im übrigen auch ganz allgemein zu beobachten, daß der Lehm überall da, wo er bis unter die wasserhaltigen Niveaus der Kreide herabreicht, in entsprechender Weise wie diese von Wasser durchtränkt ist.

ungleichmäßig die Wasserführung in den lockeren Aufschüttungen der Talaue ist, zeigt sich darin, daß diese auf der einen Seite stellenweise bis fast zur Spiegelhöhe der Donau mit Wasser erfüllt sind, während sie an anderen Stellen, wie beispielsweise in der Tuttlinger Vorstadt so ziemlich wasserfrei sind. Das eigentliche Talgrundwasser bildet hier mithin nicht wie sonst in der Regel einen in sich abgeschlossenen Wasserhorizont in Form eines durchgehenden, mehr oder weniger einheitlich die Talaufschüttungen erfüllenden Wasserstrangs, sondern bis herab auf die als Wasserstauer wirkenden α-Schichten ist offenbar der ganze Talgrund ganz unregelmäßig mit Tiefenwasser durchtränkt. Einzig und allein aus solchen hydrologischen Verhältnissen heraus ist ja überhaupt die Herausbildung der Tal-Grundwasserscheide bei Ludwigstal zu verstehen.

Andererseits lassen diese Grundwasserbeobachtungen aber auch darauf schließen, daß sich das Grundwasser auch im tieferen Untergrund des Donautals keineswegs etwa nur in vereinzelten Höhlungen, Spalten oder Klüften bewegt. Es handelt sich vielmehr um eine flächenförmig ausgebreitete und in sich zusammenhängende Wassermasse, welche die Spalten und Klüftungen der β-Kalke ebenso wie auch alle Hohlräume in den Kiesen und Sanden der Talaufschüttungen bis zur Höhe der Spiegeloberfläche allenthalben in so ziemlich gleichartiger Weise erfüllt. Dem widerspricht der Umstand in keiner Weise, daß in der Tuttlinger Gegend bei verschiedenen Bohrungen selbst in größerer Tiefe kein Wasser angetroffen wurde. Bekanntlich hängt diese in der Karstliteratur viel erörterte Erscheinung in erster Linie mit dem örtlichen Grad der Zerklüftung des Gesteins zusammen, denn an und für sich ist ja der dichte Kalkstein vollkommen wasserundurchlässig. Deshalb ist auch das Kalkgebirge in der Regel nur überall da in stärkerem Maße wasserdurchlässig, wo es eben stärker zerklüftet ist. Die Wasserzirkulation kann aber allerdings auch in stark zerrütteten Kalkgebirgen durch in die Klüfte und Spalten eingelagertes toniges Material stellenweise in recht hohem Maße gehemmt, bezw. sogar völlig unterbunden sein. Wie allgemein bekannt sind gerade im Bereiche der Schwäbischen Alb die Klüfte und kleinen Hohlräume in den Malmkalken sehr vielfach erfüllt mit zähen Verwitterungsmassen teils tertiären, teils jüngeren Alters. Dazu kommt, daß speziell im Horizont der wohlgeschichteten Kalke die einzelnen Bänke sehr häufig durch dünne tonige Lagen, die zweifellos stellenweise auch örtlich abdichtend wirken, voneinander abgetrennt sind.

Allein schon der Umstand, daß die Spiegelfläche des Grund-

wassers nicht völlig wagrecht liegt, sondern ganz unregelmäßig verbogen und geneigt ist, läßt ohne weiteres erkennen, daß sich dieses Tiefenwasser in dauernder Bewegung befindet. Naturgemäß ist die Fließgeschwindigkeit der im Talgrunde zirkulierenden Wässer in der Tiefe für gewöhnlich weit geringer als in den höher gelegenen Wasserregionen und zumal an der Spiegeloberfläche[1]. Wie aus dem verschiedenartigen Einfallen des Grundwasserspiegels zu entnehmen ist, ist aber auch im Bereiche der obersten Grundwasserzone die Fließgeschwindigkeit keineswegs etwa überall ein und dieselbe, ganz abgesehen davon, daß diese schon an sich in den Kiesen und Sanden infolge deren dichter Lagerung weit schwächer ist[2] wie in den stärker zerklüfteten Kalkregionen. Offenbar ist die Fließgeschwindigkeit am größten im Bereiche der erwähnten trichterartig ausgetieften Spiegeleinmuldung, da sich sonst die Gefällsverhältnisse binnen kürzester Zeit ausgleichen müßten und jedenfalls die eigenartige, örtliche Absenkung des Grundwasserspiegels nicht auf die Dauer bestehen könnte. Daraus geht aber indirekt hervor, daß zweifelsohne auch der stärkste Wasserabstrom auf dem Wege über diese rinnenartig verlaufende Spiegeleinmuldung vor sich geht.

Fernerhin ist noch besonders zu betonen, daß sich der Abfluß der Tiefenwässer in der Donauniederung bei Tuttlingen ohne jedwede Beeinflussung durch die Geländeoberfläche vollzieht. Auffallenderweise spielt hier in dieser Hinsicht einzig und allein das allgemeine Schichtfallen eine Rolle, denn die Tiefenwässer strömen in der Tuttlinger Gegend im großen ganzen so ziemlich einheitlich in nordsüdlicher Richtung ab.

Angesichts dieser in der engeren Umgebung von Tuttlingen unter Tage bestehenden Abflußverhältnisse sollte man eigentlich erwarten, daß auch auf dieser Strecke des Donaulaufs ebenso wie beim Immendinger Wehr und in der Gegend des Brühls dauernd stärkere Wasserabströmungen aus der offenen Donau erfolgen. Aber obschon für gewöhnlich der Taluntergrund speziell im Tuttlinger Stadtbereich stellen-

[1] Erwähnt sei in diesem Zusammenhang, daß Grund ursprünglich der Ansicht war, daß das Grundwasser im Karst in der Tiefe stagniert und sich lediglich in der oberen Zone in dauernder Bewegung befindet. Späterhin bezeichnete er indessen diese Auffassung als irrig, da ihn „inzwischen die Bekanntschaft mit den Arbeiten der amerikanischen Hydrographen King und Slichter belehrt habe, daß auch in größeren Tiefen im Grundwasser eine wenn auch langsame in parabolischen Druckbahnen gegen die Quelle aufsteigende Bewegung herrscht."

[2] In solchen Aufschüttungen beträgt die Fließgeschwindigkeit erfahrungsgemäß allerhöchstens 20 m pro Tag.

weise in recht hohem Maße wasseraufnahmefähig ist, sind hier an keiner einzigen Stelle offensichtliche Versinkungserscheinungen wahrzunehmen. Gleichwohl geht, wie die Feststellungen über die Grundwasserverhältnisse bei und oberhalb des Ludwigstaler Wehrs in durchaus einwandfreier Weise erkennen lassen, auch in der Tuttlinger Gegend der offenen Donau Wasser verloren, aber allerdings nur durch Übertreten von Seihwasser in die Aue[1].

Zahlenmäßig weit beträchtlicher als dieser direkte Wasserverlust, welcher weder durch Messungen noch auf rechnerischem Wege genauer zu fassen ist, ist indessen speziell bei Tuttlingen der indirekte, der hier der Donau von vornherein dadurch entsteht, daß ihr der Seltenbach nicht dauernd, sondern nur bei heftigen Gewitterregen in seinem Einzugsgebiet und bei rasch verlaufender Schneeschmelze Wasser zuführt. Dazu kommt, daß ein zweifellos ziemlich beträchtlicher Teil des atmosphärischen Niederschlagswassers, das in dem nordwärts des Donaubetts gelegenen danubischen Einzugsgebiet in den β-Grundwasserhorizont abfließt — ohne überhaupt im Donautal zutage zu treten — unterirdisch gegen Süden zur Aach abströmt. Einen weiteren Wasserverlust erleidet sodann das Donausystem bei Tuttlingen außerdem auch noch dadurch, daß für gewöhnlich alles Talgrundwasser, das dem Donautal aus dem Elta-Faulenbachtal[2] zufließt, restlos verfällt.

IV. Die Grundwasserführung auf der übrigen Versinkungsstrecke.

a) Im Schichtbereich des unteren weißen Jura.

Während somit die Grundwasserverhältnisse im Donaugrunde bei Tuttlingen bereits ziemlich weitgehend erforscht sind, liegen bis jetzt aus den übrigen Abschnitten der Versinkungsstrecke der oberen Donau

[1] In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß im Jahre 1904 der Versuch gemacht wurde, durch Farbversenkungen innerhalb des Stadtbereichs von Tuttlingen den Nachweis zu erbringen, daß von Tuttlingen aus Donauwasser, bezw. überhaupt Wasser zur Aach abströmt. Doch blieb damals sowohl ein im Brunnen des Gasthauses zur Blume als auch ein im Gelände der Aktiengesellschaft für Feinmechanik vorgenommener Färbungsversuch ohne nachweisbares Ergebnis. Bei letzterem Versuch wurde beobachtet, daß das gefärbte Wasser nicht nur südwärts, sondern vor allem auch in östlicher Richtung abzog. Besonders erwähnt sei im übrigen, daß das Wasser des Blumebrunnens bereits schon wenige Minuten nach Einführung des Farbstoffes fast vollständig entfärbt war. Es ist dies aber immerhin ein Anzeichen dafür, daß im Bereiche der stärksten Spiegelabsenkung bei Tuttlingen der Abstrom in der obersten Grundwasserzone verhältnismäßig sehr rasch vor sich geht.

[2] Das Flußgebiet der Elta umfaßt einen Flächenraum von 81,04 qkm und das des Seltenbachs 32,04 qkm.

nur von sehr vereinzelten Stellen Beobachtungen über die Tiefenlage des Grundwasserspiegels vor. Auf Grund derselben ist es aber doch immerhin möglich, ein, wenn auch nur sehr rohes Bild über die Grundwasserführung auch im übrigen Versinkungsgebiet zu erlangen. Es ist dies allerdings vornehmlich dem Umstande zu danken, daß die bei der Auswertung der in der Tuttlinger Gegend durchgeführten hydrologischen Spezialuntersuchung gezeitigten allgemeinen Ergebnisse auch für diese Talgebiete vollste Geltung haben.

Auf der Strecke von oberhalb Immendingen bis unterhalb Mühlheim vollzieht sich das Wasserschwinden aus dem offenen Fluß allenthalben im Schichtbereiche des Weißjura-β. Ähnlich wie bei Tuttlingen liegen aber auch in den anderen Talabschnitten stellenweise ziemlich verwickelte Lagerungsverhältnisse vor, welche gleichfalls auf die örtliche Grundwasserführung nicht ohne tiefere Auswirkung sind. Vor Erörterung der speziellen hydrologischen Verhältnisse ist es daher zunächst erforderlich, einen allgemeinen Überblick über die Gesteinsverhältnisse im Talgrunde auf der Strecke von Zimmern bis unterhalb Mühlheim zu geben.

Von unterhalb Geisingen bis Zimmern stehen sowohl am beiderseitigen tieferen Talgehänge der Donau als auch in deren Talgrunde ausschließlich α-Schichten an. Kurz unterhalb von Zimmern tauchen zunächst auf der südlichen Talseite die untersten Lagen der darüber folgenden wohlgeschichteten Kalke im Talgrunde unter, was hingegen auf der gegenüberliegenden Seite erst innerhalb des Ortsbereichs von Immendingen der Fall ist. Infolge einer flexurartigen Abbiegung, welche in der Richtung N 12°—13° O verläuft und in der Gegend des Immendinger Wehrs das Donaubett quert, biegen hier die β-Kalke an den beiderseitigen Talhängen unter steilem, ja stellenweise nahezu senkrechtem Winkel ostwärts ab (vergl. Abb. 11). Im Bereiche dieser Störungszone erleidet die Donau erstmals stärkere Wasserverluste durch Wasserschwinden aus dem offenen Fluß. Die Strecke, auf der bei Immendingen der in dieser Gegend rund 80 m starke Komplex der wohlgeschichteten Kalke sowohl den Talgrund bildet als auch am beiderseitigen Talgehänge ausstreicht, ist auffallenderweise ganz unverhältnismäßig kurz. Denn schon wenige 100 m weiter ostwärts tauchen bereits γ-Schichten unter die Talsohle unter, so daß die Donau nur wenig unterhalb der ersten Hauptversinkungsstelle beim Immendinger Wehr eine allerdings gleichfalls nur äußerst kurze Strecke auf wasserundurchlässigem Grunde dahinfließt.

Am Brühl, und zwar kurz oberhalb der Stelle, wo die Donau an

den rechtsufrigen Steilhang unmittelbar herantritt, kommen die β-Kalke erneut an der Taloberfläche zum Vorschein. Hier beginnt der Sommers vielbesuchte zweite Hauptversinkungsabschnitt[1], in dessen Bereich sich das Wasserverschwinden zeitweilig in der Weise auswirkt, daß das Donaubett streckenweise vollständig trocken liegt[2]. Überall, wo hier durch Seitenerosion des Flusses die Felsschichten im Niveau desselben freigelegt sind, verfallen die Wässer nicht allein durch Versinken in der Flußsohle und durch Übertreten in die Aue, sondern sie fließen an sehr vielen Stellen auch direkt seitwärts in den Hang hinein ab[3] (vergl. Abb. 12—14 u. 16—26). Die soeben geschilderten Lagerungsverhältnisse, insbesondere das eigenartige Untertauchen von γ-Schichten im Talgrunde, sind im wesentlichen auf das Vorliegen einer muldenartigen Verbiegung zurückzuführen. Bei dieser Schichtabbiegung handelt es sich um eine auf 2—3 km in der Breite in Erscheinung tretende Absenkung, die in ihrem in der Gegend des Brühl gelegenen tiefsten Punkte ein Ausmaß von nahezu 70 m erreicht. Die Muldenachse zieht sich vom Brühl zum großen Hattinger Tunnel hin und verläuft von da an ungefähr in der Richtung des oberen Saubachtals weiter.

Während auch weiterhin auf der südwärts gerichteten Talseite bis Tuttlingen am tieferen Talgehänge sowohl als auch im Talgrunde allem Anschein nach nur β-Kalke anstehen, treten auf der jenseitigen Talseite bei Möhringen am östlichen Gehänge des Krähenbachtales ganz unvermittelt erneut α-Schichten zutage. Unterhalb der Schanze liegt die Grenze zwischen den beiden untersten Weißjuragliedern etwa 15 m über dem Niveau der Talniederung. Donauabwärts lassen sich diese α-Schichten noch eine kurze Strecke am tieferen Gehänge verfolgen, bis sie etwas unterhalb der Streuwiesen unter die Talfläche untertauchen. Darüber, wie in diesem Abschnitt die Gesteinsverhältnisse in der Donauniederung beschaffen sind, läßt sich vorerst nichts weiteres

---

[1] Die stärksten Wasserverluste sind auf diesem Abschnitt der Flußstrecke zu verzeichnen, rund 2 km unterhalb von Immendingen im „Brühl", rund 3 km unterhalb Immendingen am „Hattinger Weg" und rund 4 km unterhalb von Immendingen im Gewand „Schweinelehen".

[2] Oberhalb des Brühls ist bis zum Jahre 1921 keine Vollversinkung beobachtet worden. In besagtem Jahre, in dem übrigens bis jetzt auch die größte Zahl von Vollversinkungstagen zu verzeichnen war, versiegte die Donau sogar oberhalb des Immendinger Wehrs, und zwar lag sie hier volle 55 Tage vollständig trocken.

[3] Infolge des fortwährenden Nachsackens von Gehängeschutt sind hier die Verhältnisse zwar einem dauernden Wechsel unterworfen, doch ist es immerhin bezeichnend, daß jedenfalls die stärksten Versinkungen dauernd in ein und denselben Flußabschnitten erfolgen.

aussagen, da hier an keiner einzigen Stelle Anstehendes unmittelbar zutage tritt[1]. Gleich unterhalb von Tuttlingen streichen, wie erwähnt, zum zweitenmal ganz unvermittelt Schichtlagen des untersten Gliedes des Weißen Jura an der Oberfläche aus. Es liegen hier aber gerade umgekehrte Verhältnisse als wie bei Möhringen vor, denn in diesem Talgebiet treten die α-Schichten nur auf der südwärts gerichteten Talseite auf. Bei etwa 1 km unterhalb Ludwigstal stehen allerdings auch auf dieser am Rande der Donauniederung bereits schon wieder β-Kalke an.

In der Folge streichen bis in die Gegend von Mühlheim auf beiden Seiten des Flusses auch noch weiterhin Schichtlagen dieses zweiten Oberjuragliedes am Talrande aus[2]. Hinter Altmühlheim ist am Fuße der rechts der Donau gelegenen Felsenhalde an verschiedenen Stellen eine verschwammte, stark tonig entwickelte Schichtlage in etwa 642 bis 645 m über N.N. bloßgelegt, welche die für verschwammtes α typische Lochenfauna führt. Da allerdings die meisten dieser Formen auch noch im verschwammten Unter-β auftreten, so läßt sich auf Grund der bisher hierin aufgesammelten Fossilien nicht zweifelsfrei entscheiden, ob es sich an diesen Stellen noch um Weißjura-α oder schon um verschwammtes unterstes β handelt. Was die Verhältnisse auf der gegenüberliegenden Talseite anbelangt, so scheinen hier jedenfalls die β-Schichten bis unter die Talfläche herabzugehen. Im Hinblick auf die Frage der Wasserführung im tieferen Talgrunde in diesem Abschnitt ist zu vermerken, daß auch diese gleich wie die fraglichen α-Schichten und die darüber folgenden β-Gesteine am linken Talhang stellenweise reichlichen Tongehalt aufweisen. Etwas unterhalb der obenerwähnten Felsenhalde und zwar am Birkenloch (etwa von km 11 bis km 12) findet sich auch an der nördlichen Talseite am tieferen Gehänge typisches β, welches auch hier, ebenso wie die darüber folgenden γ- und δ-Gesteine, in sehr hohem Maße verschwammt ist. Nur wenig weiter talabwärts tauchen die β-Schichten infolge einer stärkeren Schollenabsenkung ganz plötzlich im tieferen Talgrunde unter und kommen späterhin erst wieder in der Gegend von Beuron zum Vorschein.

---

[1] Der Darstellung der Lagerungsverhältnisse im tieferen Untergrunde der Bahnstrecke Tuttlingen—Möhringen durch O. Fraas liegen für dieses Gebiet keine gesicherten Unterlagen zugrunde.

[2] In der Gegend von Nendingen geht dessen Schichtbereich noch ziemlich tief unter die Talfläche herab. Bei einer im Jahre 1926 beim Bahnhof Nendingen — 500 m NO des Bahnübergangs, unmittelbar am Wege längs der Bahn — niedergebrachten Bohrung wurde als Höhenlage der β/α-Grenze 622 m über N. N. ermittelt. (Bohrpunkt 646,06 m über N. N.; Grenze Weiß- zu Braunjura 593,5 m über N. N.)

Aus diesen Darlegungen rein geologischer Art ist zu entnehmen, daß längs der von Immendingen bis in die Gegend von Möhringen reichenden Hauptversinkungsstrecke der unterste Wasserhorizont des Weißen Jura durchweg im Untergrunde der Donauniederung liegt. Abgesehen von der kurzen Strecke unterhalb Immendingen, wo in der Talsohle wasserundurchlässige γ-Schichten anstehen, scheint auch in diesem Talabschnitt die Schwemmlandsdecke im Donaugrunde ziemlich wasserfrei zu sein. Denn nach ENDRISS „zeigen im Brühl die Brunnen der beiden dortigen Bahnwartshäuser an der Linie Immendingen—Tuttlingen einen Grundwasserstand, welcher etwa 8 m tiefer liegt als das Bett der benachbarten Donau, bei dem gewöhnlichen Flußwasserstand von etwa 1 m gemessen." Daß diese Brunnen in der Tat das Wasser des β-Grundwasserkörpers erschließen, geht einwandfrei aus einer bei einer späteren Brunnenausschachtung bei dem einen derselben (Bahnwarthaus Posten 38) gemachten Beobachtung hervor, wonach hier die β-Kalke bereits schon in etwa 6 m Teufe[1] anstehen. Im übrigen hat sich auch bei der Anlage dieses Brunnens ergeben, daß der Grundwasserspiegel in der Talniederung am Brühl zu Zeiten der Vollversinkung verhältnismäßig tief liegt[2]. So war beispielsweise auch Ende Juli und Anfang August dieses Jahres die Wasserstandshöhe in dem rund 12 m tiefen Brunnen nur etwa 40 cm.

Besondere Erwähnung verdient in diesem Zusammenhang sodann auch noch eine Feststellung über ein zeitweiliges Ansteigen des Grundwasserspiegels, die während dieser Brunnenausschachtung im August 1926 gemacht wurde. Es hat sich nämlich hierbei gezeigt, daß das plötzliche Aussetzen der Vollversinkung am Brühl infolge stärkerer Wasserführung der Donau indirekt eine binnen kürzester Zeit in Erscheinung tretende Hebung des Wasserspiegels im Brunnenschachte zur Folge hatte.

Daraus geht aber hervor, daß die auf der Brühlstrecke versinkenden Donauwässer nicht etwa schlechthin innerhalb geschlossener

[1] Nach freundl. Mitteilung von Herrn E. REBHOLZ-Tuttlingen haben sich hiebei im einzelnen folgende Lagerungsverhältnisse ergeben: von 0—2 m Auelehm, von 2—6 m Kiese und Schotter und anschließend Weißjura-β.

[2] Demzufolge handelt es sich bei den in der „Quelle" im sog. Hechtloch (einer tiefen Bucht auf der linken Donauseite wenig oberhalb der Einmündung des Hattinger Tälchens) austretenden Wässern höchstwahrscheinlich um verfallene Donauwässer, deren weiteren Abfluß hier entweder infolge örtlicher Verkittung der Schotter oder aber infolge des Auftretens einer tonigen Einschaltung gehemmt ist. Doch ist es keineswegs ausgeschlossen, daß dieselbe in niederschlagsreicheren Zeiten auch Zuzug aus der Aue und von der gegenüberliegenden Talseite erhält.

Höhlenzüge aus dem Donauuntergrunde abströmen, sondern daß dieser vielmehr auch im eigentlichen Versinkungsgebiet tatsächlich mit einer in sich zusammenhängenden Wassermasse mit einheitlicher Spiegelfläche durchtränkt ist. Denn sonst könnte sich der mit dem Aufhören der Vollversinkung einsetzende stärkere Wasserabzug aus der offenen Donau im Talgrunde nicht in der Weise auswirken, daß der Grundwasserspiegel im weiteren Umkreis — und zwar sogar nordwärts der Versinkungsstellen — ansteigt.

Im übrigen hat offensichtlich dieses Aussetzen des restlosen Verfalls der Donauwässer nur eine verhältnismäßig geringe Hebung der gesamten Grundwasseroberfläche im Donaugrunde zur Folge gehabt[1]. Die Vollversinkung hat daher jedenfalls damals nicht etwa deshalb so plötzlich aufgehört, weil sich der Talgrund bis zur Höhe der Sohle des Donaubetts mit Wasser erfüllte, sondern einzig und allein infolge der stärkeren Wasserführung der Donau. Demnach ist es aber letzten Endes weniger eine Frage der mehr oder minder starken Wasseraufnahmefähigkeit des Untergrundes, ob auf der oberen Hauptversinkungsstrecke zeitweilig sämtliche Donauwässer verfallen, sondern hierfür sind in erster Linie die jeweils innerhalb des Flußschlauchs bestehenden Wasserverhältnisse ausschlaggebend. Für das Vorliegen derartiger Zusammenhänge spricht namentlich der Umstand, daß sich das restlose Verfallen der Donauwässer in der Gegend von Immendingen—Möhringen am häufigsten in den Monaten Juli, August, September und Oktober, also in Zeiten allgemeiner Wasserknappheit vollzieht. Im übrigen ist dies aber auch noch daraus zu entnehmen, daß die Zahl der Vollversinkungstage in ausgesprochenen Trockenjahren wesentlich größer ist als in nassen und in normalen Jahren. Weiterhin steht mit obiger Schlußfolgerung auch die bei der Messung der Wasserverluste der offenen Donau auf der Strecke Kirchen—Hausen bis oberhalb der Stadtmühle Möhringen gemachte Feststellung, daß im Durchschnitt die Versinkungsverluste bei Wasserklemme und bei Niedrigwasser weit geringer sind als bei Mittelwasser und bei Hochwasser, völlig im Einklang.

Allerdings ist dies keineswegs etwa durchweg der Fall, denn die Versinkungsmenge steigt und fällt nicht immer im gleichen Maße

---

[1] Normalerweise ist die Versinkungsmenge nach dem Ende einer Vollversinkungsperiode größer als kurz vor Beginn derselben, wenn auch allerdings dieser Unterschied sehr häufig kein allzu bedeutender ist. Andererseits kam es aber doch auch schon hin und wieder vor, daß die diesbezüglichen Verhältnisse gerade umgekehrt lagen, so daß vor Eintritt der Vollversinkung mehr Wasser versank als nach dem Ende derselben.

mit der Wasserführung der Donau. So wurde bereits mehrfach festgestellt, daß die Versinkungsmenge bei Hochwasser kleiner war als bei Mittel- und sogar bei Niedrigwasser. Sowohl H. Heiser als auch K. Köbler, die diesen Punkt bereits eingehend besprochen haben, führen diese Abweichung von der Regel im wesentlichen auf die Auswirkung der starken Geschiebebewegung bei Hochwasser zurück[1]. So bemerkt Köbler „starke Frühlingshochwasser, besonders solche im Mai, welche die Versinkungsstellen gut durchspülen, befördern die Versinkung. Große Hochwasser, die unter Umständen das Flußbett auch stark mit Schutt verlegen, wirken entgegengesetzt". Nach Heiser darf zwar in dieser Ansicht nicht gleich eine allgemein gültige Regel erblickt werden, es kann aber wohl angenommen werden, „daß Hochwassererscheinungen zeitlich und örtlich wechselnd die Versinkung befördernd und verringernd wirken können, sowie daß dieser Einfluß stets von ganz besonderer beachtlicher Bedeutung für die Größe der Versinkung ist". Es läßt dies aber jedenfalls erkennen, daß die Abströmungsverhältnisse im Flußbett, d. h. die Bedingungen, unter denen der Verfall der Donauwässer sowohl gegen die Seite zu als auch in den Untergrund erfolgt, einem fortdauernden Wechsel unterliegen.

Infolgedessen läßt sich aus der Tatsache, daß Wechselbeziehungen zwischen der Wasserführung der Donau und dem restlosen Verfall der Donauwässer bestehen, keineswegs etwa schlechthin der Schluß ziehen, daß demzufolge die alljährliche Zeitdauer der Vollversinkung einzig und allein von den Niederschlagsverhältnissen und der von ihnen abhängigen Abflußmenge der Donau ausschlaggebend bestimmt wird. Jedenfalls darf daher die im Laufe der letzten Jahrzehnte zu verzeichnende, fortschreitende Erhöhung der Zahl der Vollversinkungstage (vergl. Anm. S. 6) nicht so ohne weiteres nur auf Änderungen in den Niederschlagsmengen bezw. der „Verschiebung der großen Abflußhöhen in den Winter hinein" zurückgeführt werden, wie es in den Schlußfolgerungen in der Erwiderung der badischen Wasser- und Straßen-

[1] Dabei ist allerdings auch noch in Betracht zu ziehen, daß einerseits die Ergebnisse der Abflußmengenmessungen nicht samt und sonders absolut einwandfrei sind, und daß andererseits auch das Wasseraufnahmevermögen des Untergrundes keineswegs etwa durchweg ein und dasselbe ist. Speziell zur Klärung der Frage, inwiefern und inwieweit die Höhenlage des Grundwasserspiegels im Donaugrunde durch die örtlichen Niederschlagsverhältnisse beeinflußt wird, ist es unerläßlich, daß im Bereiche der oberen Hauptversinkungsstrecke in planmäßiger Weise Grundwasserstandsbeobachtungen ausgeführt wurden. Erst dann wird es möglich sein, ein vollkommen klares Bild über das Wesen der Vollversinkung zu erlangen.

baudirektion auf das Gutachten der preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde geschah. Ebenso ist es auch ein Unding, wenn hier unter Ziff. 5 schlechtweg von einer „seit Jahrhunderten unveränderten Donauversinkung" gesprochen wird.

Speziell von geologischer Seite aus wurde auch schon mehrfach die Frage aufgeworfen, ob nicht etwa die Zunahme der Vollversinkung letzten Endes auf eine durch den fortwährenden Wasserdurchfluß bedingte Vergrößerung bezw. Ausweitung der unterirdischen Abflußbahnen zurückzuführen sei[1]. Da aber für gewöhnlich weit größere Wassermengen auf diesen unterirdischen Wegen abgeführt werden können, wie tatsächlich versinken, so ist diese Erwägung jedenfalls hinsichtlich der Vollversinkungsfrage nicht weiter von Belang. Andererseits läßt aber diese bisher durchweg viel zu wenig beachtete Tatsache klar und deutlich erkennen, daß in der Tat auch die Abströmungsverhältnisse innerhalb des Flußschlauchs für das ganze Versinkungsproblem einen Faktor von nicht zu unterschätzender Bedeutung darstellen. Wenn auch nach den beiden erwähnten Gutachten vorerst „ein endgültiges Urteil darüber noch nicht abgegeben werden kann, in welchem Maße die Wasserführung der Donau durch die Versinkung beeinträchtigt wird, und in welchem Umfange sich die Wassermassen, die versinken, vergrößert haben" — zumal da bis jetzt noch keine planmäßig durchgeführten Grundwasserbeobachtungen aus den Hauptversinkungsgebieten vorliegen —, so besteht doch auf jeden Fall dauernd die Gefahr, daß durch Zunahme und Ausweitung der Schlucklöcher, durch Verschlechterung der Abflußbedingungen infolge der Ansammlung von Kiesbänken und durch Freilegung neuer Spalten und Klüfte infolge Unterspülung des Steilgehänges die Versinkungsmenge unter Umständen sogar sehr erheblich zunimmt. Es ist daher vollauf zu verstehen, wenn von seiten der württembergischen Regierung bei allen Auseinandersetzungen über das Versinkungsproblem immerfort der besondere Nachdruck auf die Frage der Flußunterhaltung und Flußpflege gelegt wird, und mit allen rechtlichen Mitteln versucht wird, die Auf-

[1] Daß in deren Bereich tatsächlich stärkere Auslaugungen erfolgen, geht einwandfrei daraus hervor, daß der Kalkgehalt des im Aachtopf zutage tretenden Wassers wesentlich höher ist als der des Donauwassers. Die Denkschrift der badischen geologischen Landesanstalt verzeichnet hinsichtlich des Gehalts an kohlensaurem Kalk folgende Grenzzahlen (g pro cbm Wasser): Aach 124 und 248, Donau 89 und 151. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß namentlich im engeren Umkreis des Versinkungsbereichs die Einschwemmung von Flußgeschieben und Schwebstoffen der Ausweitung der Abflußbahnen nicht unerheblich entgegenarbeitet.

hebung des seit dem Jahre 1882 strengstens durchgeführten Verbots jeglicher Unterhaltungsarbeit und jedweder Dichtung auf der Versinkungsstrecke zwischen Immendingen und Möhringen zu erwirken[1].

Da infolge der im vorstehenden geschilderten hydrologischen Verhältnisse der Taluntergrund im Hauptversinkungsgebiet der oberen Donau in sehr hohem Maße wasseraufnahmefähig ist, so ist es wohl verständlich, weshalb gerade auf dieser Strecke des Donaulaufs die stärksten Wasserverluste durch Abströmungen aus dem offenen Fluß zu verzeichnen sind. In welch hohem Maße sich hier die Absenkung des Grundwasserspiegels im Bereiche der β-Schichten auswirkt, ist namentlich daraus zu entnehmen, daß bei Zimmern oberhalb Immendingen das Wasserschwinden aus der Donau bereits schon in Erscheinung tritt, bevor noch überhaupt β-Kalke unter die Talsohle zu liegen kommen. Die Tatsache, daß bei einer derartigen Sachlage nur wenig weiter unterhalb auch das Talgrundwasser, welches aus dem flußaufwärts gelegenen Talgebiet zuströmt, verfällt, bedarf in diesem Zusammenhang keiner weiteren Begründung. Infolge des Untertauchens von γ-Schichten unter die Talsohle unterhalb von Immendingen besitzt der Wasserkörper des Grundwassers in den β-Kalken südwärts der gesamten oberen Hauptversinkungsstrecke keine durchgehende, einheitliche Spiegelfläche. Daß sich dies auch in den unterirdischen Abflußverhältnissen aus der Donauniederung auswirkt, ist höchstwahrscheinlich, und zwar dürfte dies ganz besonders in der niederschlagsärmeren Zeit in stärkerem Maße in Erscheinung treten.

---

[1] „In früherer Zeit beugten — wie ENDRISS berichtet — die Bewohner am Versinkungsbereich der Donau dem Versiegen vor, indem sie, sobald die Wassermenge gering wurde, durch Reisig, Schilf, Kies und Schlamm die Versinkungstrichter verstopften und durch Ziehen von Längsgräben im Flußbett dem Wasser besseren Abfluß verschafften." Letzteres geschah — laut Schreiben der Spinnerei Donaufeld—Tuttlingen an das Oberamt Tuttlingen vom 10. Mai 1864 — in der Weise, daß bei niedrigem Wasserstand „in dem seichten Flußbett 10—20 Fuß einwärts vom Ufer ein einfacher 2—3' hoher Damm aufgeworfen und dadurch das Wasser von den am Ufer befindlichen zerklüfteten Stellen weg und gegen die Mitte des Flußbetts geleitet wurde, wodurch dem Wasserverlust, wenn auch nicht radikal, so doch zum größten Teil begegnet wurde. Dieser Damm wurde wohl, sobald ein höherer Wasserstand eintrat, von diesem durchbrochen; solange aber der Wasserstand niedrig blieb, was bei der Donau oft lange Zeit der Fall ist, war dem Betrieb der unterhalb liegenden Wasserwerke geholfen." Hilfsmaßnahmen in dieser verschiedensten Art wurden bis etwa im Jahre 1881 ausgeführt. — Unter diesen Umständen ist es aber nicht zu verwundern, weshalb in allen älteren Berichten und Urkunden immer nur von starken Wasserverlusten, nie jedoch von einem restlosen Verfallen der Donauwässer die Rede ist.

Was die Grundwasserverhältnisse in dem unterhalb Möhringen gelegenen Abschnitt der Donauniederung anbelangt, so wurde bereits bemerkt, daß keine genauen Unterlagen darüber vorliegen, ob und inwieweit hier undurchlässige α-Schichten im Talgrunde vorhanden sind. An dieser Stelle sei lediglich erwähnt, daß allgemein vermutet wird, daß unterhalb Möhringen streckenweise unter dem Donaubett undurchlässiges Gestein ansteht, und zwar aus dem Grunde, weil hier das aus dem Krähenbach zufließende Wasser trotz der bei Wasserklemme nur äußerst schwachen Wasserführung[1] nicht gleich an Ort und Stelle versinkt. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, daß die dauernde Wasserführung auch hier ebenso wie weiter talabwärts bei Tuttlingen in erster Linie auf gute örtliche Abdichtung des Flußbettes zurückzuführen ist. Ein wenn auch für gewöhnlich nur sehr geringer Wasserabgang (Seihwasser) ist aber doch auch auf der zwischen Möhringen und Tuttlingen gelegenen Donaustrecke zu verzeichnen. Aus dem Talgebiet unmittelbar unterhalb Möhringen liegt bislang nur eine einzige Angabe über die Tiefenlage des Grundwasserspiegels vor. Diese findet sich bei Knop (1875), welcher einen Ziehbrunnen vor Tuttlingen unterhalb Möhringen erwähnt, dessen Wasserspiegel etwa 50—60 Fuß unter dem Donauspiegel lag. Ob dieser Angabe eine genaue Messung zugrunde liegt, läßt sich nicht mehr nachprüfen, da dieser Brunnen, dessen Wasser übrigens nach Knop zeitweilig Trübungen aufwies, heute nicht mehr vorhanden ist. Auf jeden Fall liegt kurz oberhalb des Bahnhofs Tuttlingen die Grundwasseroberfläche selbst am südlichen Talrande durchschnittlich nur etwa um einen Meter tiefer als die Spiegelfläche der Donau[2].

Bei der im Jahre 1907 in der Tuttlinger Gegend vorgenommenen hydrologischen Spezialuntersuchung hat sich ergeben, daß in der unmittelbar ostwärts der Ludwigstaler Tal-Grundwasserscheide gelegenen

[1] Aus dem Krähenbachtal, dessen Einzugsgebiet 29,74 qkm umfaßt, fließen der Donau folgende Wassermengen zu: bei Mittelwasser 0,300 cbm/sec, bei Niederwasser 0,150 cbm/sec (Juli—November) und bei Wasserklemme 0,015 cbm/sec (zitiert nach Wilser).

[2] Im sogen. Donaufeld wurden an einer ca. 80 m oberhalb der inzwischen eingegangenen Wehranlage gelegenen und 80 m von der Donau entfernten Meßstelle (644,8 m über N. N.) am 24. Dezember 1907 ein Grundwasserstand von 643,4 festgestellt; in der Donau selbst lag am selben Tage der Wasserspiegel unmittelbar oberhalb des Wehrs auf 644,4. Auf der rechten Talseite wurde ebenfalls in nächster Nachbarschaft dieses Wehrs und zwar im Brunnen des Bahnwarthauses Posten 31 (647,7 m über N. N.) am 29. November 1907 eine Wasserstandshöhe von 642,8 beobachtet; der Donauspiegel lag am gleichen Tage (200 m oberhalb des Wehrs) auf 643,56.

Donauniederung der Grundwasserspiegel verhältnismäßig hoch liegt. An dem am weitesten ostwärts gelegenen Grundwassermeßpunkt, dem Brunnen des Bahnwarthauses (Posten V), welcher etwa 300 m östlich der Einmündung des Ludwigstaler Werkkanals in die Donau liegt, wurde damals an drei verschiedenen Meßtagen festgestellt, daß hier die Grundwasseroberfläche in so ziemlich gleicher Höhe mit dem Wasserspiegel der offenen Donau liegt[1]. Um so auffallender ist es daher, daß der Grundwasserspiegel dagegen in den nur etwa 250 m weiter südwärts gelegenen und hart neben dem Donaubett angelegten Kiesgruben während der Trockenzeit wesentlich tiefer liegt als der Donauspiegel. Es kommt indessen hierin lediglich der Umstand zum Ausdruck, daß hier bereits in allernächster Nähe die wasserundurchlässigen β-Kalke erneut unter die Talfläche zu liegen kommen. Die wenn auch nur geringe Spiegelabsenkung läßt sodann erkennen, daß das Grundwasser auch unterhalb Tuttlingen im Schichtbereich des Weißjura-β gleichfalls in südlicher Richtung abströmt, was ja ohnehin schon daraus zu entnehmen ist, daß die zwischen Nendingen und Mühlheim von Süden her einmündenden Talzüge in ihrem Mündungsbereich für gewöhnlich samt und sonders vollkommen trocken liegen.

Wenn auch das zwischen Ludwigstal und Nendingen auf der nördlichen Talseite einmündende Ursental, dessen mächtiger Schuttkegel sich ziemlich weit ins Haupttal hineinzieht, ebenfalls ein Trockental[2] ist, so liegt doch trotzdem, wie aus dem Auftreten mehrerer sehr wasserreicher Quellen östlich des Bahnhofs Nendingen hervorgeht, auch hier durchweg im nördlichen Teil des Donautalgebiets der Grundwasserspiegel relativ hoch. Der Kesselbach, der das Wasser dieser unmittelbar am Nordrande der Talfläche zutage tretenden Quellen sammelt und ins Donaubett ableitet, ist auch in trockenen Zeiten dauernd wasserführend. Der Wasserzudrang von Norden her ist zwischen Nendingen und Stetten sogar ein so starker, daß das Wiesengelände stellenweise stark versumpft ist. Bezeichnend für die ungemein hohe Lage des

---

[1] Am 24. Juli stand das Grundwasser in diesem Brunnen auf 636,31, am 15. Oktober 1907 auf 636,29 und am 23. Dezember auf 636,54, während hingegen an diesen Tagen in der offenen Donau (200 m unterhalb der Einmündung des Ludwigstaler Werkkanals in die Donau) Pegelstände von 636,34, 636,12 und 636,87 beobachtet wurden.

[2] Das Ursental, dessen natürlicher Einzugsbereich 28,06 qkm umfaßt, führt nur auf einer sehr kurzen Strecke dauernd Wasser; die in der Gegend, wo der zum Roßberg führende Weg abzweigt, an der α/β-Grenze austretenden Quellwässer verfallen bereits schon nach kurzem Lauf durch Wiesen im Schuttgeröll.

Grundwasserspiegels in diesem Gebiet ist sodann auch noch der Umstand, daß sogar südlich Stetten unmittelbar am rechten Talrande eine Quelle in der Talfläche selbst zutage tritt.

Anders liegen indessen die hydrologischen Verhältnisse weiter donauabwärts, denn unterhalb von Stetten bis in die Gegend des Birkenlochs (unterhalb Mühlheim) treten weder in der Donauniederung noch am äußersten Rande derselben Quellen zutage[1]. Daraus geht aber hervor, daß hier der Grundwasserspiegel am Rande der nördlichen Talseite — soweit überhaupt auf dieser Flußstrecke β-Kalke anstehen — an keiner einzigen Stelle höher liegt als die Talfläche. In der Talniederung selbst schwankt die Höhenlage des Grundwasserspiegels offenbar sehr beträchtlich. Es ist dies daraus zu entnehmen, daß das Bett der unterhalb Mühlheim in die Donau einmündenden Lippach, deren Einzugsgebiet 36,98 qkm umfaßt, während der trockenen Jahreszeit bis etwa 200 m oberhalb ihrer Einmündungsstelle völlig trocken liegt. Da demzufolge in Zeiten der Wasserklemme das Grundwasser in der Talniederung bei Mühlheim so stark absinkt, daß dessen Spiegel höchstens noch bis zur Sohle des Donaubetts reicht, so ist es höchstwahrscheinlich, daß jedenfalls während dieser Zeit nicht nur alles aus dem Lippachtal ober- und unterirdisch zufließende Wasser, sondern außerdem auch noch Wasser aus der offenen Donau verloren geht.

Wenn somit auch der Grundwasserspiegel in der Talniederung unterhalb Tuttlingen durchweg weit höher liegt als auf der von Zimmern bis Möhringen reichenden oberen Hauptversinkungsstrecke, so ist diese doch auch hier nicht überall so sehr mit Wasser erfüllt, daß nicht stellenweise Wasser aus der offenen Donau in die Aue übertreten könnte. Zweifellos ist dies in der Gegend von Nendingen und bei Mühlheim während der niederschlagsärmeren Jahreszeit auch tatsächlich der Fall. Der durch Abströmungen aus dem Flußbett auf dieser Strecke entstehende Wasserabgang ist aber bei weitem nicht so groß wie die Verluste, welche die Donau hier indirekt sowohl durch das Fehlen jeglicher Zufuhr aus dem Ursental als auch durch das zeitweilige völlige Versinken der Lippachwässer erleidet. Es ist dies ein Punkt, der in

[1] Die Austrittsstellen der am nördlichen Talhang bei Altmühlheim entspringenden Quellen liegen bereits ziemlich hoch über der Talfläche; es handelt sich daher bei diesen nicht um Überlaufquellen wie bei den oben besprochenen Nendinger Quellen. Die Folgerungen, die K. Löffler aus dem Auftreten dieser Quellen hinsichtlich des Fehlens eines Karstwasserspiegels im unteren weißen Jura zog, sind aber trotzdem hinfällig, da hier infolge der auch noch im Unter-β stark entwickelten Verschwammung (vgl. S. 35). die Wasserführung eben eine sehr unregelmäßige ist.

allen Erörterungen über die Donauversinkung bisher ganz außer Acht gelassen worden ist, obschon es sich in diesem Falle um immerhin beträchtliche Wassermengen handelt, die speziell der offenen Donau verloren gehen.

Darauf, daß das oberirdische Einzugsgebiet der Donau längs der Strecke Tuttlingen—Fridingen z. T. nach Austrittsstellen südlich der Donau entwässert, wird allerdings bereits schon in dem Gutachten der preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde nachdrücklichst hingewiesen. Und zwar wird dies aus dem Mißverhältnis zwischen dem Abflußmengenzuwachs aus dem Flußgebiet der Bära einerseits und aus dem gesamten Zuwachsgebiet zwischen Tuttlingen und Fridingen andererseits geschlossen. Nach den auch von H. Heiser angeführten Berechnungen betrug im Jahre 1923 der durch eigentliche Versinkungen und durch Abflußverluste auf der Strecke Tuttlingen—Fridingen entstandene Gesamtwasserverlust des Donausystems durchschnittlich 2,45 cbm/sec (im Winter 3,65 cbm/sec und im Sommer 1,23 cbm/sec)[1]. Wie Heiser ganz besonders betont, handelt es sich hier somit um Verluste, die in ihrer Gesamtheit die Fridinger Versinkungsmengen weitaus übertreffen.

b) Im Schichtbereich des mittleren weißen Jura.

Zwischen Mühlheim und Fridingen und zwar nur wenig unterhalb des Birkenlochs tritt die Donau infolge erneuter stärkerer Schollenabsenkung aus dem Bereiche des Weißjura-β in den Schichtkomplex des γ über. Die nahezu NS gerichtete Störung, welche diese Lagerungsverhältnisse ursächlich bedingt, verläuft vom Breitenfels über die Donau zwischen Ruine Altfridingen und Welschenberg und läßt sich weiter gegen Süden bis etwa in die Gegend der Heilandskapelle bei Bergsteig verfolgen. Da die Juraschichten innerhalb der abgesunkenen Scholle unter stärkerem Winkel in der Südrichtung einfallen als im Bereiche der höher liegenden, so ist die Sprunghöhe am Breitenfels geringer als weiter im Süden, wo diese, um wenigstens eine ungefähre Zahl anzuführen, zwischen Risifels und Risibrunnen (SO-Hang des Welschenbergs) zum mindesten 70 m beträgt. Dieses starke Südfallen kommt infolge der stufenartigen Verflachung des Gehänges sowohl im Bereiche der γ- als auch der Zementmergelschichten am Osthang des Welschenbergs (vergl. Abb. 15) geradezu modellartig zum Ausdruck. Es hat

[1] In dieser Zahl ist auch der oberhalb des Ludwigtaler Wehrs zu verzeichnende Wasserabgang aus der offenen Donau mitinbegriffen.

dies aber zur Folge, daß die γ-Schichten, welche am tieferen Gehänge beim Bahnhof Fridingen noch bis zu einer Höhe von über 640 m über N.N. anstehen, nur wenig unterhalb des 500 m südwestlich Fridingen gelegenen Punktes 622,2, wo die γ/δ-Grenze noch etwa 2—3 m über der Talfläche liegt, unter die Talsohle untertauchen. So gelangt die Donau, welche von oberhalb Fridingen an auf eine kurze Strecke in südwestlicher Richtung abfließt, noch bevor sie wieder in ihre alte Laufrichtung umbiegt, in den Schichtbereich der wasserdurchlässigen δ-Kalke, wo sie zum letzten Male stärkere Wasserverluste durch Versinkungen aus dem offenen Fluß erleidet. Die beiden Stellen, an denen hier das Wasserschwinden besonders augenfällig in Erscheinung tritt, liegen unmittelbar südlich des Härle, den die Donau in weitausholender Schlinge umfließt, und zwar die untere etwa da, wo die Donau nordwärts abbiegt und die andere einige hundert Meter weiter donauabwärts im Gewann Wangen.

Auf diese beiden Versinkungsstellen wurde erstmals im Jahre 1899 durch M. Gugenhan aufmerksam gemacht. Wie E. Fraas genauerhin bemerkt, „sind die Versinkungen bei niederem Wasserstand sehr gut zu beobachten und beginnen in dem südlichen Winkel des Flusses, kurz bevor derselbe die Richtung nach Norden aufnimmt. Die Höhenlage ist 619 m. An der steilen Uferböschung sowohl wie im Flusse selbst steht geschichtetes δ an, teils horizontal gelagert, teils mit Einfallen nach SW. Am rechtsseitigen Ufer beobachten wir an mehreren Stellen auf einer Strecke von etwa 150 m das Einsickern von Wasser in die Klüfte des Kalkgesteines (vergl. Abb. 10) und deutlich ist das Gurgeln des verfallenden Wassers zu hören. Auf dem linken Ufer treten weiter flußabwärts Versinkungsstellen auf, von welchen eine an einem Altwasser in den Wiesen, etwa 20 m von dem Flusse entfernt, eine andere an der Uferböschung in einer höhlenartigen Nische unter einem überhängenden Felsen sich befindet; auch dort verfällt das Wasser mit lebhaftem Geräusch."

Hart neben dem im Gewann Wangen über die Donau führenden Steg sind auf der südlichen Talseite die Quaderkalke, deren Oberkante stellenweise eine scharf ausgeprägte Terrasse bildet, in einem am tieferen Gehänge angelegten kleinen Steinbruch letztmals anstehend zu beobachten. Nur wenig unterhalb dieser Stelle quert offensichtlich eine durch das Gewann Lugen (nördlich der Donau) ziehende Störung das Donautal, welche die Fridinger Scholle gegen Osten abgrenzt. Infolge der starken Verschwammung der Juraschichten in diesem Gebiet ist es ohne eingehende Sonderaufnahme nicht möglich, eine völlig einwand-

freie Beschreibung der Lagerungsverhältnisse in diesem Talabschnitt zu geben. Für das mit vorliegender Arbeit verfolgte Ziel ist indessen die Angabe vollauf genügend, daß auch noch jenseits der Störung zu beiden Seiten der Donau bis Beuron kalkige, und zwar durchweg stark stark verschwammte Gesteine anstehen[1].

Ebenso wie auf der Hauptversinkungsstrecke sind auch auf dem unterhalb Fridingen gelegenen Versinkungsabschnitt die stärksten Wasserverluste jeweils in Zeiten der Hochwasserführung zu verzeichnen. Demzufolge ist hier der Talgrund selbst in der niederschlagsreicheren Jahreszeit noch in recht hohem Maße wasseraufnahmefähig und er ist daher auch für gewöhnlich während dieser Zeit wenigstens südlich des Donaubetts keineswegs etwa bis zur Spiegelhöhe der Donau mit Wasser erfüllt. Da in dem unteren Versinkungsgebiet das versinkende Wasser z. T. in auf der linken Uferseite der Donau gelegenen erdfallartigen Einsenkungen in den Untergrund abzieht, so ist es sogar höchstwahrscheinlich, daß zum mindesten in trockenen Zeiten der Grundwasserspiegel in unmittelbarer Nachbarschaft der lecken Flußstrecke wesentlich tiefer liegt als die Sohle des Donaubetts. Aus diesen Erwägungen geht aber andererseits hervor, daß in der Fridinger Gegend nicht etwa nur an den beiden bekannten Versinkungsstellen Donauwässer versinken, sondern daß solches zweifellos auch noch an zahlreichen anderen Stellen längs der im Schichtbereich des δ (und wohl auch schon des Ober-γ) gelegenen Donaustrecke durch Abfließen in die Aue verloren geht[2]. Wenn daher auch einzelne Verbauungen im Flußbett vorgenommen wurden, so ist infolgedessen durch die hier samt und sonders in sehr kleinem Rahmen ausgeführten örtlichen Dichtungen dem Vorgang des Versinkens nur zum Teil Abbruch getan worden. Im übrigen sind alle diese Sicherungsmaßnahmen heute von sehr fraglichem Werte, da seit der Inbetriebnahme des Kraftwerks Fridingen die Hauptwassermenge durch den auf weite Strecken hin im γ verlaufenden Werkkanal abgeleitet wird, so daß für gewöhnlich nur wenig Wasser auf dem Wege über die lecke Flußstrecke abzieht.

---

[1] Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, daß auch noch in dem unmittelbar unterhalb der oben genannten Störungalinie gelegenem Talgebiet Donauwässer verloren gehen. So wurde schon mehrfach die Vermutung geäußert, daß dies speziell beim Schänzle, dessen plumpe Felsmasse von der Donau nischenartig unterspült ist, der Fall sei. Irgendwelche Versinkungserscheinungen wurden hier indessen bislang noch nicht beobachtet.

[2] Wie sich bei in neuerer Zeit in der engeren Umgebung von Fridingen vorgenommenen Grundwasserstandsmessungen gezeigt hat, tritt die besprochene Absenkung des Grundwasserspiegels bereits schon in dem Teil der Donauniederung n Erscheinung, wo γ-Schichten im Talgrunde anstehen.

Was die Art und Weise der Wasserführung und Wasserbewegung im tieferen Talgrunde anbelangt, so bilden zweifelsohne auch die über den γ-Schichten sich sammelnden Tiefenwässer einen in sich zusammenhängenden Wasserkörper mit einheitlicher Spiegelfläche. Aus dem oberen Donautal selbst liegen zwar keine diesbezüglichen Untersuchungen vor, wohl aber aus dem Gebiet der Münsinger Alb, wo R. GRADMANN gerade diesen sehr umstrittenen Punkt in grundlegender Weise geklärt hat, und aus dem Gebiet der Heidenheimer Alb. Daß selbstredend auch in der Talniederung unterhalb Fridingen das Talgrundwasser und das Wasser des δ-Grundwasserkörpers ein im großen ganzen in sich zusammenhängendes Wasserstockwerk bilden, ist wohl nicht zu bezweifeln. Es ist hiezu allerdings zu bemerken, daß möglicherweise da und dort in dieser Hinsicht gewisse Unregelmäßigkeiten vorliegen, weil das Talgrundwasser unter Umständen wesentlich langsamer abfließt als das Tiefenwasser. Aus dem Umstand, daß die versinkenden Wässer zur Aach abströmen, geht im übrigen einwandfrei hervor, daß auch in diesem Gebiet der Grundwasserspiegel der Schichtenneigung entsprechend gegen Süden einfällt. Demnach geht aber in diesem Versinkungsgebiet nicht nur Donauwasser verloren, sondern es verfällt außer dem eigentlichen Donautalgrundwasser auch noch das kurz oberhalb von Fridingen in den Bereich der Donauniederung gelangende Talgrundwasser der Bära. —

Diese weit über den Rahmen der Sondergebiete der eigentlichen Donauversinkung hinausgreifenden Grundwasseruntersuchungen geben nicht allein Aufschluß über das Wesen des Versinkungsvorgangs, sondern eröffnen auch einen Einblick in die Eigenart der unterirdischen Abflußverhältnisse im gesamten Versinkungsbereich der oberen Donau. Darnach ist aber die Ausdehnung des der Aachquelle tributären Gebiets noch weit größer, als bisher angenommen wurde, denn es greift unter dem Donaubett hinweg entlang der Strecke Zimmern—Fridingen noch verhältnismäßig recht weit in das nordwärts desselben gelegene danubische Einzugsgebiet über[1]. Ja stellenweise, so in der Gegend des Dreifaltigkeitsbergs bei Spaichingen, liegen sogar derartige örtliche

[1] Der südwärts des Donaubetts gelegene Hauptteil des unter- und oberirdischen Einzugsgebiets der Aach umfaßt nach DEECKE rund 200 qkm, von denen in recht feuchten Zeiten ein Streifen von 30 km zur Donau und eine zusammen etwa gleich große Fläche nach westlichen und östlichen Teilen des Vorlandes entwässert. Da andererseits das Einzugsgebiet der Donau bei Immendingen rund 820 qkm umfaßt, so fließt daher dem Aachtopf zur Zeit der Vollversinkung das gesamte Niederschlagswasser aus einem Gebiet von rund 1100 qkm zu.

Entwässerungsbedingungen vor, daß das unterirdische Einzugsgebiet der Aach bis an die Wasserscheide zwischen der Donau und dem ebenso wie die Aach dem Rheinsystem zugehörigen Neckar heranreicht. Infolgedessen ist es geradezu verwunderlich, daß die Donau auf der Strecke von Immendingen bis Fridingen überhaupt noch dauernd Wasser führt. Außer dem Umstande, daß der geologische Bau der Gesamtgegend ein so ungemein verwickelter ist, ist dies namentlich der Auskleidung der Talsohle mit Kiesen, Sanden und Schlickmassen zuzuschreiben.

Ohnehin geht aber schon so ein nicht unerheblicher Bruchteil der nordwärts der Donaurinne oberflächlich abfließenden Niederschlagswässer dem Donausystem verloren. Denn ganz abgesehen von den am nördlichen Donaugehänge herabfließenden und in der Talniederung verfallenden Wässern, fließt für gewöhnlich der Donau weder aus dem Kühltal, dem Ameisen- und dem Schottentobel noch aus dem Ursental und dem Stettener Tal Wasser zu. Zudem ist ja auch noch der Lippach zu gewissen Zeiten gleich wie die Donau selbst der Aach tributär. Andererseits strömt nicht nur das aus dem oberen Donaugebiet herkommende Talgrundwasser in rheinisches Wassergebiet ab, sondern auch das der zwischen Zimmern und Fridingen von Norden her einmündenden Nebentäler, aus denen der offenen Donau dauernd Wasser zufließt. Der Wasserverlust, den das Donausystem durch diese besondersartigen ober- und unterirdischen Abflußverhältnisse in seinem natürlichen Einzugsgebiet erleidet, ist rechnerisch nicht zu fassen. Trotzdem darf er aber deshalb bei den Erörterungen über das Ausmaß der durch die Donauversinkung entstehenden Gesamtwasserverluste nicht so völlig außer Acht gelassen werden, wie es bisher in der Regel geschah; handelt es sich hiebei doch nicht etwa nur um temporäre, sondern um das ganze Jahr hindurch erfolgende Wasserabströmungen aus dem Donaugebiet.

Aus diesen Erörterungen über die Grundwasserverhältnisse im Versinkungsgebiet der oberen Donau ist im übrigen zu entnehmen, daß dem Vorgang des Wasserabströmens aus dem offenen Fluß durch die Vornahme kleinerer örtlicher Abdichtungen in keiner Weise stärkerer Einhalt geboten werden kann. Dies ließe sich nur durch völlige Abdichtung des Flußbetts auf weite Strecken hin und kleinere Verlegungen desselben an besonders gefährdeten Stellen, wie beispielsweise am Brühl bewerkstelligen. Besonders erwähnt sei in diesem Zusammenhang, daß hier zu Anfang des 18. Jahrhunderts bereits schon einmal das Bett der Donau verlegt wurde. Wie Breuninger berichtet, wurde damals, um „einem anscheinenden und besorglichen Wasser-Mangel bei dem

Hoch Fürstlichen Württemberg. Schmeltz-Werk zu Ludwigsthal und denen Mühlinnen zu Duttlingen und der Orten vorzukommen, die Donau mit großer Mühe an besagten kalchichtem Ort abgegraben und auf festeren Grund geleitet". Diese Verlegung des Flußbetts[1] hatte indirekt zur Folge, daß „man einen zihmlichen Abgang bey dieser Quelle (Achtopf) und ihrem Fluß vermercket".

Was schließlich noch die Frage der durch das Wasserschwinden aus der offenen Donau selbst entstehenden örtlichen Wasserverluste anbelangt, so ist vor allem auffällig, welch verhältnismäßig hoher Wasserabgang dauernd auf der Strecke von Zimmern bis zum Immendinger Wehr zu verzeichnen ist[2], zumal hier die Donau nur auf einer recht kurzen Strecke unmittelbar am Talrande entlang fließt. In diesem Teil der Donauniederung bezw. im südwärts anschließenden Gebiet ist allerdings das Kalkgebirge teils durch vulkanische Aufbrüche, teils durch die Immendinger Flexur in außerordentlich hohem Grade zerrüttet, und daher liegen gerade in diesem Talgebiet für den unterirdischen

[1] Irgendwelche Aufzeichnungen darüber, wann und wie diese Flußregulierung durchgeführt wurde, liegen nicht vor. Einen gewissen Anhaltspunkt bietet aber immerhin der nachfolgende Bericht des Obervogts von Möhringen, Hilarius Mayer, vom 15. August 1705: „Hochgeborener Landgraf! Die Donau will sich allhier gar verlieren. Gestern habe vermittels der Frone das Wasser zu einem Mahlgang wiederum herbeigebracht. Heute lasse wiederum einige Orte, wo sich das Wasser zwischen Immendingen und hier verliert, abgraben. Es mag aber alles wenig helfen, weil mehr als 50 dergleichen Orte vorhanden, wo das Gewässer durch die Felsen und Steine dringen tut. Vorgestern ist der Herr Faktor des Bergwerks Tuttlingen und der Stadtmüller von da bei mir gewesen, welche den Verlust des Wassers auch besichtigten; die offerieren, mit Volk und allem Hilfe zu leisten auf ihre Kosten, wenn nur mit gesamter Macht Hand angelegt werde, das sich endlich wohl tun ließe, wenn ein Graben von 110 oder höchst 120 Klafter durch einige Wiesen gemacht und der Donau ein anderer Lauf gemacht würde, wogegen mit Sperrung des jetzigen Laufs mehr denn dreimal mehr Platz erhalten würde. Es ist wohl zu erachten, daß diejenigen, die es im Durchgraben betreffen möchte, sich sperren wollten, so aber vermittelst einer Vergleichung und unparteiischen Überlegung wohl vermittelt werden könnte." In einem Schreiben vom 20. August desselben Jahres bemerkte J. J. Müller von Kirchen zu diesem Vorschlag: „Was Herr Obervogt von Möhringen wegen Abgrabung der Donau zwischen Immendingen und Möhringen einen Vorschlag gibt, das habe schon längsten also befunden. ..... Man müßte aber die Ausgänge des Wassers wohl erkundigen, ehe der andere Lauf gemacht werde, damit man nicht etwa den Graben zu kurz machte, daß alsdann nach demselbigen hinaus noch mehrere Abflüsse gefunden möchten werden." (Zitiert im „Gränz-Boten" [Tuttlinger Tageblatt] Nr. 231 vom 3. Oktober 1911.)

[2] Im Mittel betrugen auf diesem Flußabschnitt die Versinkungsverluste in den Jahren 1898 2,2 cbm/sec, 1901 1,1 cbm/sec, 1904 2,05 cbm/sec und 1923 3,70 cbm/sec.

Wasserabzug ganz besonders günstige Vorbedingungen vor. Es ist dies aber zweifellos nicht etwa der einzige Grund für den hohen Wasserverlust gerade in diesem Gebiet. Bei der Auswertung der Ergebnisse der Tuttlinger hydrologischen Spezialuntersuchung wurde ganz besonders darauf hingewiesen, in welch hohem Maße die Ludwigstaler Wehranlage dem Wasserschwinden aus dem offenen Fluß Vorschub leistet. Dies gilt aber in gleicher Weise auch für die Immendinger Wehranlage, wo bekanntlich das Flußbett ebenfalls nicht weiter abgedichtet ist. In diesem Falle muß sogar die Auswirkung der Anstauung eine weit stärkere sein, da hier auch auf der südlichen Talseite wasserdurchlässiges Gestein ansteht und infolgedessen der Grundwasserspiegel schon an sich tiefer liegt als bei Ludwigstal. Andererseits liegt das Immendinger Wehr im Bereiche der Immendinger Flexur, also in einem ganz besonders stark zerrütteten Gebirge. Da sich nun aber in der Tuttlinger Gegend gezeigt hat, daß gerade in dem dort am stärksten zerrütteten Gebiet der unterirdische Wasserabfluß am raschesten vor sich geht, so ist dies zweifelsohne auch in der Gegend des Immendinger Wehrs in gleicher Weise der Fall. Es war daher sehr wohl begründet, weshalb die württembergische Regierung bei ihrer Klage gegen den badischen Staat in erster Linie die Beseitigung bezw. Verlegung dieser Wehranlage und ein Dichtmachen und Dichterhalten des Flußbetts im Gebiete dieser Wehranlage beantragte[1].

V. Der unterirdische Abfluß der versunkenen Donauwässer.

In den Anschauungen über die Art und Weise, wie sich das unterirdische Abfließen der versunkenen Donauwässer abspielt, hat sich seit Beginn der wissenschaftlichen Erforschung des Versinkungsproblems so mancher Wandel vollzogen. Es ist dies allerdings auch nicht weiter

[1] Begründet wurde dieses Verlangen namentlich damit, daß in diesem Flußabschnitt in neuerer Zeit wesentliche künstliche Eingriffe vorgenommen wurden. Die im Jahre 1868 vollendete Erstellung der Eisenbahnbrücke über die Donau auf der Strecke Immendingen—Singen, hatte hier nämlich eine Veränderung des Donaulaufs und zwar insbesondere des rechten Flußufers und der Begrenzung des Stauraumes oberhalb des Wehrs im Gefolge (Schreiben des württ. Innenministeriums an den Präsidenten des Staatsgerichtshofs vom 22. Febr. 1927. Nr. V. 59). Die auf der rechten Uferseite gelegenen Stellen unmittelbar oberhalb des Wehrs, an denen gegenwärtig das seitliche Abströmen so außerordentlich stark in Erscheinung tritt, lagen vor dieser teilweisen Verlegung der Wehrwage noch außerhalb des Wehrstaus.

verwunderlich, lagen doch bis vor kurzem zur Klärung dieses Fragepunktes an exakten wissenschaftlichen Unterlagen eigentlich nur die bei den verschiedenen Farb- und Kochsalzversenkungen ermittelten Feststellungen über die jeweiligen Abflußgeschwindigkeiten der versunkenen Donauwässer vor. Die dabei erhaltenen Zahlenwerte stimmen insofern überein mit den bei analogen Untersuchungen in anderen Karstgebieten gewonnenen Ergebnissen, als die unterirdischen Wasserabströmungen auch im Versinkungsgebiet der oberen Donau gleichfalls binnen verhältnismäßig recht kurzer Zeit vor sich gehen.

So hat sich bei der am 24. September 1877 unterhalb des Brühls bei Möhringen, und zwar genauerhin am Hattinger Weg bei der „Einöde" ausgeführten Versenkung von 200 Zentner Kehrsalz, welche kurz nach dem Einsetzen der Vollversinkung vorgenommen wurde, ergeben, daß der Weg von dieser Versinkungsstelle zum Aachtopf (Entfernung in der Luftlinie 12½ km; Höhendifferenz rund 170 m) im Mittel in 60 Stunden zurückgelegt wurde. Die ersten Spuren der Versalzung, deren Auswirkung insgesamt 70 Stunden lang deutlich nachweisbar blieb, traten sogar bereits schon nach Ablauf von nur zwanzig Stunden im Aachtopf auf[1]. Etwas verschieden von diesem Ergebnis der Salzversenkung war hingegen dasjenige, welches bei einem dreißig Jahre später an derselben Stelle, aber allerdings erst 14 Tage nach dem Einsetzen der Vollversinkung ausgeführten Färbungsversuch mit Fluoreszin erzielt wurde. Denn nach Endriss zeigte sich damals eine schwache Färbung erstmals nach 48 Stunden und eine deutliche erst nach 75 Stunden. Das Maximum derselben wurde erreicht nach 96 Stunden, während andererseits auch das Ende der gut wahrnehmbaren Färbung ebenfalls später als bei der Salzversenkung, und zwar nach 110 Stunden eintrat.

Bei dem auf der zweiten Hauptversinkungsstrecke, und zwar in der Furt unterhalb Fridingen am 26. August 1907 zur Ausführung gebrachten Farbversuch mit 10 kg Fluoreszin wurde festgestellt, daß die hier verfallenden Wässer den unterirdischen Weg von dieser Versinkungsstelle bis zum Aachtopf (Entfernung in der Luftlinie 19,5 km;

---

[1] Bei dem zwei Tage zuvor an derselben Stelle ausgeführten Vorversuch, bei dem 12 Zentner rohes Schieferöl in die Versinkungsspalte eingeführt wurden, wies das Aachwasser nach rund 60 Stunden einen schwachen, aber entschieden kreosotartigen Geschmack auf, der allerdings nur etwa 6 Stunden lang anhielt. Auch bei der 15 Tage später etwas weiter oberhalb unternommenen Farbversenkung trat die Färbung 60 Stunden nach Einführung des Fluoreszins prachtvoll leuchtend auf und hielt in dieser Stärke etwa 36 Stunden an.

Höhendifferenz 135 m) im Mittel in rund 195 Stunden zurücklegten[1]. Die erste Spur einer deutlichen Verfärbung im Aachtopf wurde damals am Morgen des 3. September gegen 6 Uhr, also erst 186 Stunden nach Einführung der Farblösung beobachtet. Allerdings betont ENDRISS ausdrücklich, daß möglicherweise die Verfärbung bereits schon während der Nacht vom 2. auf den 3. September — zu welcher Zeit ebenso wie bei der Farbversenkung am Brühl keine Beobachtung stattgefunden hatte — einsetzte, da nämlich die Farbe gleich sehr stark auftrat. Elf Stunden später erreichte die Farbwirkung, welche insgesamt rund 84 Stunden — in denen allerdings nur in den ersten 36 Stunden stärkere Färbung auftrat — anhielt, ihr Maximum.

Bei diesen Versenkungsversuchen hat sich aber nicht etwa nur gezeigt, daß in der Tat ein unterirdischer Zusammenhang zwischen Donau und Aach besteht, sondern es hat sich hierbei auch noch weiterhin ergeben, daß so ziemlich die gesamten bei Immendingen und Fridingen zur Zeit der Versuchsvornahme versunkenen Donauwässer zum Aachtopf gelangten. Bei der Farbversenkung am Brühl vom 6. Aug. 1907 wurden zwar auch in der Stockacher Aach bezw. im Krebsbach Färbungserscheinungen beobachtet; doch zeigten sich hier nur äußerst schwache Spuren von Fluoreszenz. Auch bei der Kochsalzversenkung am Brühl trat ebenfalls so ziemlich alles versenkte Salz in der Aachquelle zutage. Die Angabe bei KNOP, wonach nur 185,3 Zentner Kochsalz von rund 190 Zentnern in der Aach anlangten, beruht, wie aus nachfolgender von Herrn G. WAGNER-Stuttgart stammender Berechnung zu ersehen ist, auf einem Irrtum. „Am 24. September 1877 wurden zwischen $11,^{45}$ und $12,^{40}$ 200 Zentner Kochsalz (mit 3—4 % Feuchtigkeit und 2 % Verunreinigungen), also rund 188—190 Zentner reines Salz versenkt. Der Kochsalzgehalt des Aachwassers betrug bei 11 Messungen vom 24. September $4.^{35}$ bis 25. September $7.^{30}$, zusammen 536,9 gr/sec., also im Durchschnitt 48,81 gr/sec. (nach KNOP 49,5 gr/sec.; Rechenfehler) 72 Messungen vom 25. September $9.^{00}$ bis 28. September $8.^{00}$ ergaben 6143,9 gr/sec., also im Durchschnitt 85,33 gr/sec., somit mehr 36,52 gr/sec. Da jede stündliche Messung als Mittel von einer halben Stunde vor- und nachher aufzufassen ist, erhalten wir für die Zeit vom

[1] Was die bei diesem Färbungsversuch ermittelte Zeitdauer der subterranen Zirkulation der bei Fridingen versinkenden Wässer anbelangt, so ist hiezu besonders zu bemerken, daß die Einführung der Farblösung wohl bei absolutem Niederwasserstand von Donau und Aach erfolgte, daß sich jedoch noch während der Dauer des Versenkungsversuchs infolge von Regenwirkungen vom 29. August ab die Schüttung der Aachquelle sehr stark erhöhte.

25. September 8.30 bis 28. September 8.30 72 Stunden, während KNOP seiner Berechnung irrigerweise 71 Stunden zugrunde legte. An Hand dieser Berichtigungen stellt sich die gesamte Salzmenge etwas höher und zwar auf 189,32 Zentner."

Bei der Fridinger Salzversenkung wurden am 11. November 1908 insgesamt 25 000 kg Viehsalz versenkt. In der Aachquelle wurde hingegen in der Zeit vom 11.—25. November 1908 ein Gehalt von Chloriden ermittelt, der einem Überschuß an Kochsalz von 42 682 kg entspricht[1]. Die Ursache dieser eigenartigen Erscheinung ist offenbar darin zu suchen, daß durch Regengüsse in den Tagen vom 11. bis 13. November und vom 21.—24. November große Mengen von Chloriden aus den Düngesalzen ausgelöst wurden, die in diesem Jahre in besonders reichen Mengen im Bereiche des unterirdischen Einzugsgebiets der Aachquelle auf die Felder gebracht wurden. Der während der Zeit vom 16.—22. November in der Aach ermittelte Überschuß an Kochsalz (23 833 kg) entspricht nämlich so ziemlich der bei Fridingen versenkten Gesamtmenge.

Die bei den Versenkungsversuchen am Brühl gemachten Feststellungen über die Dauer der unterirdischen Zirkulation der verfärbten bezw. versalzenen Wässer stimmen im großen ganzen völlig überein mit den Beobachtungen über die Zeitspannen, binnen deren sich in der Donau plötzlich einstellende Hochwasserwellen in der Schüttung der Aachquelle auswirken. Die Durchschnittsgeschwindigkeit des Abflusses bei der Salzversenkung am Brühl betrug 0,058 m/sec und bei der Farbversenkung bei Fridingen 0,027 m/sec. Aber trotz dieser für unterirdisch fließendes Wasser an sich relativ hohen mittleren Fließgeschwindigkeit vollzieht sich das Abströmen der verfallenden Donauwässer im Gebirgsinnern doch noch wesentlich langsamer als die

[1] Es ergaben sich hierbei drei deutlich ausgeprägte Versalzungswellen, welche nachfolgende Überschüsse an Chlor führten:

	Dauer	Überschuß an Kochsalz kg
I. Welle	11. 11. 4 Uhr nachmittags bis 14. 11. 4 Uhr vormittags	5462
II. Welle	16. 11. 1 Uhr nachmittags bis 22. 11. mittags	23883
III. Welle	23./24. 11. Mitternacht bis 25. 11. 2 Uhr nachmittags	13337

oberirdische Fließbewegung selbst bei den allerträgsten Flüssen[1]. Es ist daher speziell im Hinblick auf das hohe Gefälle, das auf der Strecke Brühl—Aach rund 1,4 m pro 100 m und auf der Strecke Fridingen—Aach rund 0,7 m pro 100 m beträgt, nur wenig wahrscheinlich, daß die Donauwässer schlechthin als förmliche unterirdische Bäche, d. h. als geschlossene Gewässer zur Aach abfließen. In Wirklichkeit dürfte allerdings das Gefälle etwas geringer sein, da angenommen werden muß, daß die Wässer nicht auf direktem Wege, sondern in zweifelsohne recht gewundenem Laufe aachwärts abziehen. Ganz besonders spricht aber der Umstand gegen ein schlechthin flußartiges Abströmen, daß bei den verschiedenen Versenkungsversuchen die verfärbten, bezw. mit Kochsalz versetzten Wässer nicht in einem einigermaßen geschlossenen Zuge im Aachtopfe anlangten, sondern in sehr unregelmäßiger Verteilung.

Andererseits ist es aber doch auch wieder sehr eigenartig, daß die gesamten in der Brühlgegend verfallenden Wässer in der Hauptsache im Aachtopfe zutage treten. Deshalb glaubt Endriss trotz alledem annehmen zu müssen, daß diese Wässer in Form eines „wenn auch ab und zu verzweigten, so doch im wesentlichen eine Hauptbahn einhaltenden Stromes, welcher von einem oberirdischen Wasserlaufe nicht wesentlich verschieden ist" abfließen. Denn „nur eine unterirdische Hauptwasserstraße, ein einheitlicher Höhlenzug vermag die Wasser so gesammelt zu erhalten". Im übrigen betont er, daß auch „die starke Beeinflussung der Aachquelle bei Veränderungen des Donauwassers, die Schwankungen im Ertrag, die Trübung bei Donauhochgang unmittelbar auf eine große einheitliche Durchzugshöhle hinweisen". Hinsichtlich des bereits aufgeführten Einwandes betreffs der Abflußgeschwindigkeit der versinkenden danubischen Wässer bemerkt Endriss: „Diese Verlangsamung der Strömung erklärt nun aber gerade eine unter dem Grundwasserspiegel befindliche Höhle in schlagender Weise. So in gewissem Sinne in Unfreiheit, in einer unterirdischen Gefangenschaft gehalten, durchwandern die Wasser die ihnen vorgeschriebene Höhlenbahn".

Während Endriss immerhin einen grundwasserartigen Zusammenhang zwischen Aach und Donaugebiet annimmt, sind dagegen die nachfolgend aufgeführten Ausführungen von W. von Knebel, welche im Jahre 1906 zur Veröffentlichung gelangten, noch ganz und gar im Sinne der Röhrentheorie gehalten. „Die Verbindung zwischen Donau

[1] Wie Grund erwähnt, besaß die Theiß, wohl einer der trägsten Flüsse, vor der Regulierung bei Tisza Eszlar je nach dem Pegelstand eine mittlere Fließgeschwindigkeit von 0,11 bis 0,95 m pro Sekunde.

und Aach ist — auf Grund der geglückten Farb- und Kochsalzversenkungen — als ein echter Höhlenfluß anzusehen, wenn auch die Höhle bisher für Menschenfuß unzugänglich ist. Ein Umstand ist scheinbar schwer zu erklären, nämlich wie ein Fluß mit so starkem Gefälle, wie dieser Höhlenfluß, 60 Stunden brauchen kann, um die Strecke von 12½ km zurückzulegen. Dies Verhalten findet in einfacher Weise dadurch seine Erklärung, daß im Innern jener Wasserhöhle, die von dem Donauwasser durchströmt wird, sicher zahlreiche Wasserfälle sind, welche dem Wasser eine kreisende Bewegung verleihen[1]. Infolgedessen bleibt das Wasser nicht in Zusammenhang, sondern es wird teilweise an den Wirbeln unterhalb der einzelnen Wasserfälle derart zurückgehalten, daß volle 60 Stunden erforderlich sind, bis die bei Immendingen auf einmal versalzte Flut an der Aachquelle vorbeigeströmt ist." Gegen diese Deutung der Abflußverhältnisse hat bereits A. Grund Stellung genommen, und zwar wendet er sich ganz besonders gegen die in diesem Zusammenhang vorgebrachte Anschauung von Knebel's, wonach jeder gelungene Farbversuch einen Beweis gegen seine Karstwassertheorie darstelle; ja sogar im Gegenteil gerade dafür spreche, daß „die Wassermassen als Höhlenfluß gesammelt das Gebirge durchqueren", da sonst das gesamte Grundwasser verfärbt würde und die Färbung nicht so intensiv auftreten dürfte[2]. Die Langsamkeit des Abflusses der versunkenen Donauwässer erklärt sich nach Grund einfach dadurch, daß die Donau hoch über dem Grundwasser des Jurakalks dahinfließt, daß daher ihr Wasser mit steilem Gefäll rasch zur Tiefe sinkt, dann aber langsam im Grundwasser der Aachquelle zuströmt.

Zur Begründung seiner Anschauungen weist Endriss in erster Linie auf die oberflächlich im Bereiche der südwestlichen Alb allgemein wahrnehmbaren Verkarstungserscheinungen, insbesondere das Auftreten von Erdfällen und von Versickerungslöchern hin. Hierzu bemerkte indessen bereits Deecke: „Der Schluß von den Dolinen auf die Höhlen ist nur z. T. gerechtfertigt. Nicht alle Dolinen brauchen über großen, zusammenhängenden Hohlräumen einzubrechen, sondern treten oft nur über Lockerungsregionen auf. Ein großer Teil der Dolinen

[1] Zur Begründung dieser Annahme verweist von Knebel auf die Verhältnisse bei dem Höhlenfluß von St. Canzian im Karst, der Reka, welche in ihrem Höhlenbett über eine Reihe von Abstürzen wegfließt, so daß sie zahlreiche Wasserfälle bildet und zwar auf einer Strecke von nur 2100 m insgesamt 28 an der Zahl.

[2] Mit so ziemlich denselben Einwendungen wendet sich auch F. Katzer gegen die Grund'sche Theorie.

des Donau—Aach-Gebiets hat seinen Ursprung in Schichten über den oberen Malmmergeln (Zementmergel) oder überhaupt in Schichten hoch über dem Donau—Aach-Wasserkörper und scheidet deshalb von der Beweisführung für Höhlen innerhalb dieses Wasserwegs aus[1]". Zudem bilden sich Dolinen durchaus nicht etwa nur durch Einsturz unterirdischer Hohlräume, sondern entstehen auch in sehr vielen Fällen einfach durch von der Oberfläche ausgehende Auflösung des Kalksteins.

Fernerhin verweist Endriss in diesem Zusammenhang ganz besonders auf einige rein örtliche Wahrnehmungen auf der oberen Hauptversinkungsstrecke, die seiner Meinung nach für das Vorhandensein großer unterirdischer Hohlräume speziell im Donaugrunde schlechthin beweisend sind. So betont er vor allem, daß das bei den Einströmungsöffnungen im Brühl in Zeiten der Vollversinkung zuweilen recht deutlich zu vernehmende gurgelnde Geräusch, welches das Verfallen des Wassers begleitet, darauf schließen lasse, daß die Donauwässer hier an Ort und Stelle in einem etwa 100 m hohen Wasserfall in einen großen unterirdischen Hohlraum hinabstürzen, und daß diese Höhle bis zum Aachursprung reiche[2]. Unter Hinweis darauf, daß sich im Boden solche Schallgeräusche auch dann bilden, wenn das Wasser nur wenige Meter über einige große härtere Steine hinabfällt, wurde bereits verschiedentlich gegen diese entschieden viel zu weitgehende Folgerung Stellung genommen. Und auch Deecke betont ebenfalls ausdrücklich, „daß solche Geräusche sehr trügerisch sind, und daß durch Resonanz schon geringe Ursachen große Räume und Bewegungen vortäuschen". In Wirklichkeit stürzen an besagter Stelle die Wässer auch tatsächlich mehrere Meter tief hinab, und zwar bis zum Niveau der Grundwasseroberfläche, über deren Höhenlage am Brühl allerdings zurzeit noch keine genaueren Angaben vorliegen. Schätzungsweise dürfte diese hier in Zeiten der Vollversinkung immerhin so etwas über 8 m unter der Talfläche liegen (vergl. S. 36). Erwähnt sei im übrigen, daß auch Endriss selbst, wie die aus seiner im Jahre 1900 erschienenen Schrift „Die Versinkung der oberen Donau zu Rheinischem Flußgebiet" ent-

[1] „Bei der ‚Tiefen Grube' einer der größten Dolinen, welche in der Nähe der Aachquelle gelegen ist, mag ein direkter Zusammenhang nicht ausgeschlossen sein; er braucht aber nicht gefordert zu werden und ebensowenig große Höhlenbildung an dieser Stelle." Im übrigen sei ausdrücklich vermerkt, daß in dem Gebiet zwischen Donau und Aach im großen ganzen sogar verhältnismäßig wenig Dolinen zu verzeichnen sind.

[2] Auch v. Knebel bemerkt hinsichtlich dieser Wahrnehmung: „Das gurgelnde Geräusch, welches zuweilen wahrgenommen werden kann, legt Zeugnis ab von dem Vorhandensein von Höhlungen, in welchen das versinkende Wasser dahinrauscht."

nommene Fig. 4 erkennen läßt, sich in früherer Zeit offenbar den Sachverhalt in ganz entsprechender Weise vorstellte.

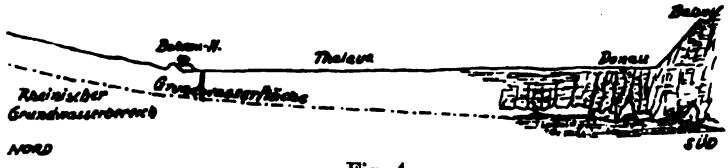


Fig. 4.
Tiefenlage des Grundwassers in der Donauniederung unterhalb Immendingen nach ENDRISS. 1910. Maßstab 1:6250.

Andererseits ergeben sich aber auch aus der Art des Versinkungsvorgangs selbst bezw. dem Auftreten von Schlucklöchern (Schwalglöchern, vergl. Abb. 16) und erdfallartigen Einsenkungen[1] im Donaubett keinerlei Anhaltspunkte für das Vorhandensein eines im Bereiche der Donauniederung beginnenden größeren unterirdischen Höhlenzugs. Hingegen hat es sich bereits wiederholt gezeigt, daß in der Tat auf der zwischen Zimmern und Möhringen gelegenen Flußstrecke da und dort im tieferen Talgrunde kleinere Höhlungen vorhanden sind. So berichtet E. FRAAS, daß beim Ausgraben eines Versinkungstrichters (zwischen km 177 und 176) am 12. Juli 1904 in einer Tiefe von 1,4 m eine Höhlung angeschnitten wurde, aus der beim Erschließen etwa 20—25 Minuten lang warme, feuchte mit Schwefelwasserstoff geschwängerte Luft austrat. Weiter flußabwärts beim Gewann Degenhardt wurde bei zur selben Zeit vorgenommenen Aufgrabungen festgestellt,

[1] Der letzte nennenswertere Erdfall im Donaubett selbst hat sich nachweislich am 23. Juni 1920 im eben noch benetzten Flußbett unweit des in Anmerkung 3 S. 36 erwähnten Hechtlochs gebildet. In der Nachbarschaft auf den Feldern arbeitende Personen wurden damals durch Geräusch und Aufschießen einer kleinen mit Schlamm untermischten Wassergarbe auf dieses Naturereignis aufmerksam. ENDRISS, der hierüber mehrfach berichtete, sieht in dieser Begleiterscheinung mit Recht lediglich die Auswirkung einer durch einen Höhleneinbruch ausgelösten Preßluftausstoßung. Nach E. REBHOLZ, der die Einbruchsstelle 3 Tage später besuchte, hatte das kreisrunde Loch einen Durchmesser von rund 1 m und war höchstens 3—3,5 m, nicht aber 15 m tief, welche Zahl ENDRISS bei zwei Jahre später erfolgten Erhebungen fälschlicherweise berichtet wurde; die Sohle der an diesem Tage völlig wasserleeren Einsackung bestand aus Kies und Sand. Bemerkenswert ist, daß späterhin innerhalb dieser Einsackung keinerlei stärkere Abströmungen erfolgten. So floßen in das Loch geworfene Erdklumpen und Graswurzeln z. T. heraus und oberhalb derselben eingeworfene Gegenstände bewegten sich gleichmäßig über dasselbe hinweg. Es zeigt sich hierin, daß Dolineneinbrüche im Flußbett nicht unter allen Umständen eine Verstärkung des Abflusses nach sich ziehen, sondern im Gegenteil u. U. auch drosselnd und absperrend wirken.

daß die β-Kalke, welche hier von einer insgesamt 1,5 mächtigen Geröllschicht überlagert werden „eine zernagte und zerfressene Oberfläche aufweisen, und daß deren Schichtgruben zu handbreiten Kanälen ausgewaschen sind". Im übrigen sei erwähnt, daß die oben erwähnten Exhalationen auch hier beobachtet wurden. Demnach deutet aber,

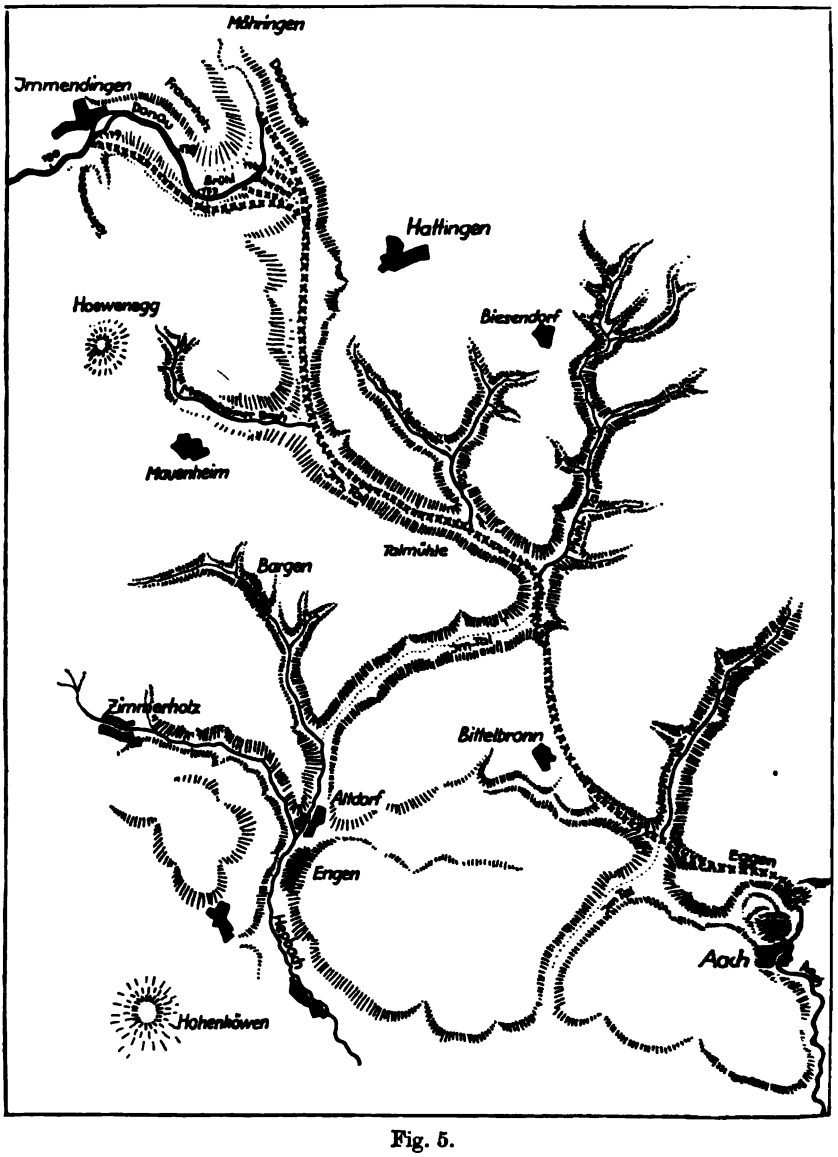


Fig. 5.

Mutmaßlicher Abflußweg der Donauwässer zur Aach nach E. Fraas.

wie auch E. Fraas ausdrücklich betont, nichts darauf hin, „daß sich am Brühl eine einheitliche große Abzugsrinne in Gestalt einer Höhle in nächster Nähe in der Tiefe befindet[1], zumal da sonst die Einflußstelle weit konzentrierter sein müßte und nicht auf eine immerhin gegen 1 km weite Uferlinie verteilt wäre".

Aber trotzdem nimmt auch E. Fraas an, daß die Immendinger—Aacher Wässer in Form eines Höhlenflusses in einer einheitlichen unterirdischen Abflußrinne, deren mutmaßlichen Verlauf er sogar kartographisch genauer festzulegen versuchte (vergl. Fig. 5), abfließen[2]. Allerdings bemerkt er: „Wir dürfen nicht, wie Endriss es tut, ohne weiteres eine durchlaufende unterirdische Höhle als Abflußrinne annehmen, sondern diese Hohlräume sind zum größten Teil zusammengebrochen und verstürzt. Nur unter dem Plateau von Bittelbronn und teilweise unter der ‚Eggen' sind solche wahrscheinlich vorhanden". Dagegen sind seiner Ansicht nach, das ganze Hattinger Tal, das obere Saubachtal, sowie der Ausgang des Brudertals nach den Ehinger Quellen zu und die Fortsetzung über das Wasserburger Tal hinaus eingebrochen. Fraas ging bei dieser Überlegung von der früher weit verbreiteten Anschauung aus, daß die Talungen des Albhochlandes, und zwar speziell die Trockentäler nicht oberirdisch fließendem Wasser ihre Entstehung verdanken, sondern durch das allmähliche Einstürzen der Decken durch unterirdische Flußläufe geschaffener Höhlenzüge vorgebildet worden seien. Inzwischen hat aber bereits R. Gradmann in vollauf überzeugender Weise dargelegt, daß im Bereiche der Hoch-

[1] Auch in der Tuttlinger Gegend soll nach Endriss ein bis unter die Sohle des Donaubetts reichender Höhlenzug vorhanden sein, der mit einer steil abschüssigen Höhle in Verbindung stehe, welche von der Sohle eines hier im Jahre 1711 entstandenen Erdfalls ausgehend ziemlich tief hinabreicht. Nach den wenigen bei K. Hochstetter (75, S. 178) hierüber aufgeführten Angaben handelt es sich hier offenbar um einen Naturschacht, der von unten her durch Einsturz und Abbröckelung entstanden ist. Es ist aber durchaus verfehlt aus dieser einzigen Beobachtung gleich auf das Vorhandensein eines größeren unterirdischen Höhlensystems zu schließen, zumal da gerade im Bereiche der stärksten Absenkung des Grundwasserspiegels bisher keinerlei Anzeichen von größeren unterirdischen Hohlräumen beobachtet wurden (vgl. S. 25). Dagegen wurde auch in der Tuttlinger Gegend mehrfach das Vorhandensein von Kluftauswaschungen festgestellt. So erwähnt beispielsweise E. Fraas, daß früher in der Brauerei Deutscher Hof das Wasser aus einer solchen breiten Kluft geschöpft wurde.

[2] Im Hinblick auf die starke Zerrüttung der β-Kalke in der Gegend des Immendinger Wehrs ist es übrigens ganz unwahrscheinlich, daß die oberhalb des Brühls verfallenden Wässer, so wie E. Fraas vermutet, d. h. dem Talrande entlang unmittelbar zu diesem hin abströmen, zumal da sich zudem noch kurz zuvor die γ-Schichten bis tief unter die Talsohle herabziehen (vgl. S. 40).

alb wohl „einzelne Talungen (blinde Täler), nimmermehr aber ganze zusammenhängende Talsysteme“ auf diese Weise entstanden sein können.

Die durch die Donauversinkung ursächlich bedingten Wasserbewegungen unter Tage spielen sich aber überdies durchaus nicht etwa so ausschließlich im Bereiche der stellenweise, wie z. B. in der Beuroner Gegend ziemlich höhlenreichen δ-ε-Schichten ab, wie E. Fraas und Endriss annahmen. Dies trifft wohl voll und ganz für die auf der unterhalb Fridingen gelegenen zweiten Hauptversinkungsstrecke verfallenden Donauwässer zu, nicht aber für die, welche der offenen Donau zwischen Zimmern und Mühlheim verloren gehen. Bei der geologischen Aufnahme des Blattes Möhringen (Tuttlingen) durch W. Spitz hat sich nämlich herausgestellt, daß sich auch in der Brühlgegend die Weißjura-δ-Kalke nirgends bis unter die Talsohle herabziehen[1]. Demzufolge fließen aber die auf der oberen Hauptversinkungsstrecke versinkenden Donauwässer, nicht wie E. Fraas vermutete, im wesentlichen auf den schwer durchlässigen γ-Schichten aus dem Donautal ab. Vielmehr verbleiben sie nach ihrem Verfallen noch geraume Zeit hindurch innerhalb des Schichtbereichs des im allgemeinen äußerst höhlenarmen Weißjura-β, und gelangen sodann erst nach dem Durchbrechen des Komplexes der γ-Schichten in den Horizont der gleichfalls wasserdurchlässigen δ- bezw. ε-Kalke. Nach den Ergebnissen der geologischen Aufnahmen, welche seitens der badischen geologischen Landesanstalt im Gebiete zwischen Immendingen—Mühlheim—Aach ausgeführt wurden, grenzen hier die β-Kalke trotz des Vorhandenseins stärkerer Störungen offenbar nirgends unmittelbar an δ- oder ε-Gesteine. Ein direktes Überfließen der versunkenen Donauwässer aus den β-Kalken in die Massenkalke kommt demnach allem Anschein nach nicht in Frage. Es ist dagegen sehr wohl möglich, daß die Verbindung ihrer beiden Wasserkörper letzten Endes durch vereinzelte kalkig-stotzige, wasserdurchlässige Partien innerhalb der γ-Folge hergestellt ist. Vielleicht bestehen auch, wie Deecke besonders hervorhebt, an den Durchbruchstellen derartige Verhältnisse, daß gleichzeitig kalkige Fazies und gestörte Lagerung vorliegen, was weder bezüglich der Riffbildung noch der Störung besonderes Ausmaß erfordern würde. Im übrigen schließt sogar normale Ausbildung der γ-Schichten wenigstens in stark

[1] Sowohl Endriss wie E. Fraas glaubten, daß hier stellenweise am Rande der Talfläche unteres δ anstehe. Da dies jedoch nicht der Fall ist, so ist auch ihre darauf begründete Vermutung, daß in diesem Gebiet eine entlang dem Donaubett von WSW nach ONO streichende Verwerfung vorliegt, hinfällig.

zerrütteten Gebieten ein Überfließen der Wässer aus dem unteren in den mittleren Wasserhorizont keineswegs aus, denn es hat sich verschiedentlich gezeigt, daß bei gestörter Lagerung selbst innerhalb des weit mächtigeren ebenfalls in der Hauptsache tonig-mergelig entwickelten Braunjura-α hin und wieder Wasser zirkulieren kann.

Was im übrigen die Frage nach dem Vorhandensein von Höhlen auf den Abflußwegen der auf der oberen Hauptversinkungsstrecke verfallenden Donauwässer anbelangt, so wurde bereits dargelegt, daß bis jetzt keinerlei wirklich stichhaltigen Gründe dafür erbracht worden sind, daß diese in einem einheitlich durchlaufenden Höhlenzug, bezw. in einem stärker verzweigten und in sich zusammenhängenden System von großen unterirdischen Hohlräumen aus der Donauniederung abziehen. Ganz im Gegenteil lassen vielmehr sämtliche vorliegenden Beobachtungen klar erkennen, daß sich die auf der Strecke von Zimmern bis Mühlheim versinkenden Flußwässer innerhalb des Schichtbereichs des Weißjura-β in einem bald dichteren, bald weitmaschigeren Netz von Spalten und Klüften, welch letztere wohl stellenweise zu etwas breiteren Bahnen ausgeweitet sein dürften, fortbewegen. Anders liegen dahingegen die Abflußverhältnisse innerhalb des Komplexes der δ- und ε-Gesteine, aber allerdings nur insofern, als in deren Schichtbereich bestimmt damit zu rechnen ist, daß streckenweise sogar sehr stark ausgeweitete unterirdische Wasserbahnen vorhanden sind[1]. Ob hier jedoch auf sehr weite Strecken hin durchlaufende Höhlenstränge vorkommen ist aber trotzdem noch recht zweifelhaft. Auf jeden Fall liegt aber nirgends in dem ganzen in Rede stehenden Gebiet ein solch ausgedehntes und einheitlich durchgehendes Höhlensystem im Bereiche dieser Schichten vor, wie E. Fraas annahm. Denn, wenn dessen Vermutung tatsächlich zutreffen würde, müßte sich jedenfalls das Abströmen der unterhalb von Fridingen verfallenden Donauwässer weit geschlossener und einheitlicher vollziehen als bei den Brühler Wässern.

Auch der Umstand, daß das Eintreten von Wasserklemme in der Aach sich erfahrungsgemäß erst etwa sechs Wochen später als in der

[1] Die Ursache des verschiedenartigen Verhaltens der β-Kalke einerseits und der Quader- und Massenkalke andererseits hinsichtlich der Höhlenbildung dürfte in der Hauptsache darin zu suchen sein, daß der Durchfluß in den zumeist dünngebankten und stark zerklüfteten, wohlgeschichteten Kalken ein weit gleichmäßigerer ist als in den dickbankigen und unregelmäßig zerklüfteten δ- und ε-Gesteinen. Wo allerdings die β-Gesteine verschwammt sind, treten auch in diesen in reicherer Zahl Höhlen auf; so kommt beispielsweise der Wulfbach bei Altmühlheim aus einer Felsgrotte im verschwammten β.

Donau — und zwar dann auffallend plötzlich — einstellt, setzt nicht unbedingt voraus, daß im Gebirgsinnern derartig große Seen und Höhlen vorhanden sind, bezw. daß hier eine unterirdische Speicherung in der Weise erfolgt, wie Endriss und auch E. Fraas[1] annehmen zu müssen glaubten. Wie bereits in der Denkschrift der badischen geologischen Landesanstalt ausgeführt wurde, muß nämlich der für die Aufspeicherung von etwa 7,25 Millionen Kubikmeter Wasser (6 Wochen × 2 cbm/sec.) erforderliche Raum keineswegs etwa unbedingt „in einer oder wenigen weiten Hallen, Dome usw. gesucht werden", sondern kann „auch in ein anastomosierendes Fachwerk von Spalten, Klüften usw. aufgelöst sein", zumal da „im Donau-Aach-Gebiet und seiner Nachbarschaft über dem Donau-Aach-Wasserkörper nur wenige Höhlen in diesen Zonen bekannt sind. Es handelt sich also wahrscheinlich für das Gebiet der Aachquelle nicht immer um bestimmte, scharf abgetrennte Wasserläufe in der Tiefe, sondern um einen großen, flächenförmig ausgebreiteten Wasserkörper". Dafür, daß die versinkenden Donauwässer im Gebirgsinnern in der Tat in sehr hohem Maße in Berührung mit dem darin zirkulierenden Grundwasser kommen, spricht im übrigen auch noch der Umstand, daß nach allerdings nur je einmaliger Messung im Jahre 1901 das Wasser der Donau rund 2,5° C kälter ist als das der Aach und im Sommer dagegen um 2° C wärmer. Die diesen Angaben zugrunde liegenden Temperaturzahlen sind in der Aach mit 5—6° C im März und 11,7° C im Juli, in der Donau an der Oberfläche mit 1,5—3° und 13,7° gemessen.

Es wurde bereits erwähnt, daß sich der Grundwasserspiegel in der Donauniederung am Brühl beim Aufhören der Vollversinkung für gewöhnlich in weiterem Umkreis hebt (vergl. S. 36). Dementsprechend muß sich aber andererseits eine Verminderung der Wasserzufuhr aus der offenen Donau, was ja bekanntlich beim Einsetzen der Wasserklemme in dieser der Fall ist, in gerade entgegengesetzter Weise auf den allgemeinen Grundwasserstand auswirken. Zieht man nunmehr in Betracht, wie verwickelt die Verhältnisse in dem weiträumigen unterirdischen Einzugsgebiet des Aachtopfes liegen — und zwar sei in diesem Zusammenhang in erster Linie darauf hingewiesen, daß eine Reihe von im Norden streng voneinander abgetrennter und z. T. sehr

[1] Nach E. Fraas „wirken die unterirdischen Hohlräume z. B. unter dem Plateau von Bittelbronn gewissermaßen als Stauweiher und geben nur allmählich ihr Wasser ab. Man erkennt zugleich aber auch daran, daß diese Höhlen an der Anschlußstelle abgesperrt sind, so daß sie sich wie Reservoirs zu Zeiten von Wasserüberschuß füllen können."

langgestreckter Grundwasserbezirke zur Aach entwässern — so ist es keineswegs zu verwundern, weshalb es so geraume Zeit erfordert, bis auch bei der Aachquelle Wasserklemme eintritt. Denn dies kann ja naturgemäß erst dann der Fall sein, wenn innerhalb des gesamten zum Aachtopf entwässernden Grundwasserkörpers der absolute Tiefstand erreicht ist. Verzögernd wirkt überdies auf die Einstellung des Grundwasserspiegels auf diese Gleichgewichtslage auch noch der Umstand, daß es sich hier um zwei verschiedene Grundwasserhorizonte handelt, die höchst wahrscheinlich nur an wenigen Stellen in direkter Verbindung miteinander stehen. Da aber dieser Ausgleich im Gesamtgrundwasserstande sich ohne Zweifel alljährlich je nach den Niederschlagsverhältnissen in den Einzugsgebieten der einzelnen Grundwasserbezirke sehr ungleich vollzieht[1], so ist es auch sehr wohl zu verstehen, weshalb sich selbst bei den beiden Farbversenkungen am Brühl, welche jeweils 14 Tage nach Eintreten der Vollversinkung zur Ausführung gelangten, hinsichtlich der Dauer der Abflußzeiten gewisse Verschiedenheiten ergaben. Am längsten dauert das Abströmen der versunkenen Donauwässer zweifellos dann, wenn die Gefällsverhältnisse innerhalb des Aachgrundwasserkörpers insofern am ausgeglichensten sind, als allenthalben der tiefste Spiegelstand erreicht ist, d. h. also während der Zeit, in der sowohl in der Donau als auch in der Aach Wasserklemme besteht.

Über das Ausmaß der Spiegelschwankungen im Grundwasserkörper der Aachquelle liegen bis jetzt weder aus dem Bereiche der Donauniederung noch aus deren übrigem Einzugsgebiet — abgesehen von dem kleinen Geländestück unterhalb von Tuttlingen — genauere Beobachtungen vor. Daß dieses aber stellenweise doch sehr beträchtlich sein muß, ergibt sich sowohl aus den gewaltigen Unterschieden in der Schüttung der Aachquelle (bei Hochwasser bis zu 22 cbm/sec., bei Niederwasser bis zu 1,32 cbm/sec.), als auch daraus, daß im Bereiche der oberen Hauptversinkungsstrecke bis zu 100 cbm/sec. versinken können[2].

---

[1] Nach Stille hat sich nämlich bei 10 zu verschiedenen Zeiten auf der Paderborner Hochfläche ausgeführten Färbungsversuchen ergeben, daß die Abflußgeschwindigkeiten jahreszeitlich sehr verschieden groß waren und zwar wurden hier im Januar, April und Juni Werte von 0,060—0,087 m/sec und im August, Oktober, November und Dezember solche von 0,030—0,055 m/sec festgestellt.

[2] Wie groß das Speicherungsvermögen des Untergrundes ist, ist im übrigen auch daraus zu entnehmen, daß auf dieser Strecke am 26. März 1926 rund 94 cbm/sec versanken, während andererseits an der Aachquelle zwei Tage später als Höchstwassermenge nur 19,86 cbm/sec zu verzeichnen waren. Am 2. November 1924

Um wenigstens einen ungefähren Einblick in die zwischen der Donau und dem Aachtopf bestehenden Beziehungen zu geben, sei in diesem Zusammenhang erwähnt, daß in den Jahren 1898, 1901 (keine Vollversinkung!) und 1903 auf der oberen Hauptversinkungsstrecke Versinkungsverluste von durchschnittlich je 5,9, 3,6 und 4,7 cbm/sec. zu verzeichnen waren. Andererseits stellten sich während dieser Jahre die Abflußmengen der Aach bei Aach im Mittel auf 6,8, 8,1 und 6,4 cbm/sec. In neuerer Zeit wurden hier allerdings wesentlich höhere Durchschnittszahlen ermittelt. So betrug die Wasserführung an dieser Stelle in den Jahren 1922 im Mittel 10,42, 1923 8,74, 1924 9,89 und 1925 9,26 cbm/sec. Gleiches trifft im übrigen auch hinsichtlich der Versinkungsverluste auf der oberen Hauptversinkungsstrecke zu, denn es versanken hier in den Jahren 1923 7,15, 1924 9,41 und 1925 9,06 cbm/sec[1]. Demzufolge hat sich im Laufe der letzten Jahrzehnte nicht allein die Zahl der Vollversinkungstage erhöht, sondern auch die absolute sekundliche Wassermenge, welche aus dem Donaugebiet der Aach zufließt, hat gleichfalls eine erhebliche Steigerung erfahren. Allem Anschein nach hat aber die Wasserführung der Aach in den letzten Jahrzehnten in geringerem Maße zugenommen als die Versinkungsmenge. Wie Heiser bemerkt „darf die Zunahme der mittleren Versinkungsmenge auf der oberen Hauptversinkungsstrecke innerhalb des 35jährigen Zeitraums 1884/88 bis 1919/23 bei einem normalen Abflußjahr zu mindestens 2,4 cbm/sec. angenommen werden." Über die Versinkungsverluste auf der unteren Hauptversinkungsstrecke liegen bislang noch keine vollkommen einwandfreien Zahlen vor[2]. Zum Schluß sei noch besonders darauf hingewiesen, daß die oben erwähnten in der Aach bei Aach gemessenen Abflußmengen keineswegs etwa den gesamten Zufluß aus dem Aachgrundwasserkörper darstellen. Denn es wird ja nicht allein die Aach aus dem Grundwasserkörper des Aachtopfs gespeist, sondern auch deren Talgrundwasserhorizont.

---

versanken hier 87,78 cbm/sec, während in der Aach einige Tage später (am 7. November 1924) die Höchstwassermenge nur 17,11 cbm/sec betrug. Am 1. Mai 1924 betrug die Versinkungsmenge 85,29 cbm/sec (Schüttung der Aachquelle am 3. Mai 1924 16,66 cbm/sec) und am 1. Januar 1926 78,10 cbm/sec (Schüttung der Aachquelle 21,66 cbm/sec).

[1] In der Jahresreihe 1888/1917 betrug die mittlere Abflußmenge der Donau oberhalb Immendingen 13 cbm/sec und bei Tuttlingen 6 cbm/sec (1911/1920).

[2] Bei Zugrundelegung der S. 5 erwähnten Messungen der Abflußmengen beträgt der durchschnittliche Versinkungsverlust auf der Versinkungsstrecke unterhalb Fridingen rund 0,3 cbm/sec. Im Jahre 1925 betrug mithin der gesamte Versinkungsverlust auf den beiden Hauptversinkungsabschnitten 9,36 cbm/sec.

Wenn, wie auf Grund des Vorstehenden unbedingt angenommen werden muß, kein direkt flußartiger Zusammenhang zwischen den Hauptversinkungsstellen und dem Aachtopf besteht, wie kommt es dann eigentlich, daß bei den im Bereiche der Hauptversinkungsgebiete vorgenommenen Farb- und Kochsalzversenkungen die Färbung bezw. Versalzung in der Aach zeitweilig so intensiv in Erscheinung trat?[1] Es wurde bereits angedeutet, daß gegen das Vorliegen eines grundwasserartigen Zusammenhangs in unserem Falle vor allem der Einwand erhoben wurde, bei einem Aufgehen des verfärbten Wassers im Grundwasser müßte auf die Dauer die Farbe in solch hohem Maße verdünnt werden, daß jedenfalls am Quellaustritt die Verfärbung weit schwächer oder aber überhaupt nicht mehr wahrnehmbar sein dürfte. Daß dies jedoch keineswegs etwa überall und speziell nicht im Falle der verfärbten Donauwässer der Fall zu sein braucht, hat bereits GRUND an Hand von allerdings mehr allgemein gehaltenen Erwägungen darzulegen versucht. Immerhin erscheint es in diesem Zusammenhang aber dennoch angebracht, die Art und Weise des Verlaufs des Abflußvorgangs eingehender zu erörtern, um jegliche in dieser Hinsicht noch möglicherweise bestehenden Zweifel zu beheben.

Die in der Brühlgegend versinkenden Flußwässer fließen an Ort und Stelle in einen räumlich verhältnismäßig eng umgrenzten Grundwasserkörper mit dementsprechend kleinem oberirdischem Einzugsbereich ab. Speziell in der Gegend des Versinkungsabschnitts fließt diesem daher dauernd weit mehr Wasser aus der offenen Donau als aus seinem weiter im Norden gelegenen Einzugsgebiet zu. Dazu kommt, daß an den einzelnen Versinkungsstellen die Donauwässer im Vergleich zum Sickerwasser verhältnismäßig ziemlich geschlossen in die Tiefe abströmen und zudem nicht etwa sogleich am Versinkungsort bis in die tiefste Grundwasserregion absinken, sondern bereits schon in der oberen verfallen. Es spricht dies aber alles dafür, daß sich die Donauwässer

[1] Damit, daß die in der Tuttlinger Gegend vorgenommenen Färbungsversuche ergebnislos verliefen, ist noch keineswegs gesagt, daß von hier aus keine direkte Verbindung zum Aachtopfe hin besteht. Es ist nicht ausgeschlossen, daß in diesem Falle das Mißlingen der Versuche lediglich auf die Verwendung einer zu geringen Farbmenge — es wurden hier jeweils höchstens 5 kg Fluoreszin versenkt — zurückzuführen ist. Denn wie ENDRISS berichtet, hat sich bei Färbungsversuchen im Simplon ergeben, daß an einer und derselben Versuchsstelle das eine Mal unter Verwendung einer geringen Farbmenge (4 kg Fluoreszin) gar kein Nachweis an der Austrittsstelle erbracht werden konnte, das andere Mal bei größerer Menge (16 kg) ein Nachweis möglich war, und das dritte Mal bei einer noch weiteren Quantität (25 kg) eine überaus starke Färbung auftrat.

anfänglich nicht in stärkerem Maße mit der übrigen Grundwassermasse vermischen, vielmehr wird dies erst dann in höherem Grade der Fall sein, wenn dieser Teilgrundwasserkörper völlig in dem eigentlichen Hauptwasserkörper der Aachquelle aufgeht. Da dies aber höchst wahrscheinlich erst kurz vor dem Quellaustritt der Fall sein dürfte, so ist es daher sehr wohl möglich, daß die Färbung des aus der Donau stammenden Wassers ziemlich unbeeinträchtigt durch andere Wässer im Aachtopf erscheint.

Der Umstand, daß bei all den bisher in der Donau vorgenommenen Farb- und Kochsalzversenkungen die Färbung bezw. Versalzung in der Aach gleich mehrere Tage hindurch und zwar zeitweilig sehr verschieden stark in Erscheinung trat, zeigt im übrigen an, daß die auf einmal verfärbte bezw. versalzene Flut hier nicht in geschlossenem Zuge, sondern in sehr unregelmäßiger Verteilung anlangte[1]. Demzufolge strömen aber die Donauwässer nicht etwa samt und sonders in gleichartiger Weise zur Aachquelle ab, sondern zerteilen sich offensichtlich in zahlreiche einzelne Wasseräste, welche mit sehr verschiedenartiger Geschwindigkeit zur Aach abziehen. So haben bei dem Versalzungsversuch am Brühl die zuerst anlangenden Donauwässer eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 0,170 m/sec[2] entwickelt, während die Wasserwelle, bei der etwa das Höchstmaß der Versalzung einsetzte, in der Sekunde nur etwa 0,058 m Weglänge zurücklegte. Die entsprechenden Zahlenwerte für die Strömungsgeschwindigkeit waren bei dem Färbungsversuch am Brühl 0,072 und 0,036 m/sec und bei dem Färbungsversuch in der Furt unterhalb Fridingen 0,029 (!) m/sec und 0,027 m/sec. Mit diesen Feststellungen bei den Versenkungsversuchen deckt sich übrigens auch die Erscheinung, daß bei Donauhochwasser das Wasser der für gewöhnlich klaren Aachquelle nicht etwa erst dann trübe läuft, wenn sich dieses in ihrer Schüttung stärker auswirkt, sondern bereits schon einige Stunden zuvor.

In gewisser Hinsicht erinnert dieses ungleichartige Abfließen der Donauwässer an den Abflußvorgang bei flußartigen Gewässern. Denn bekanntlich geht ja in einem Fluß das Abströmen des Wassers nicht

[1] GRUND erklärt dies schlechthin damit, daß die vielfache Verästelung der Grundwasseradern das versalzene Flußwasser auf einen breiten Streifen verteilt hat, der dann verschieden spät die Quelle erreichte.

[2] In Wirklichkeit dürfte allerdings die Geschwindigkeit des Abflusses noch etwas höher sein, da die Wässer zweifellos nicht in direktem, genau der Luftlinie entsprechenden Zuge abströmen. Nach H. SIHLER sind übrigens auch innerhalb des zum Blautopf entwässernden Grundwasserkörpers relativ hohe Abflußgeschwindigkeiten (0,19 m/sec) zu verzeichnen.

an allen Stellen mit gleich großer Geschwindigkeit vor sich, sondern innerhalb eines Flußschlauchs ist die Fortbewegungsgeschwindigkeit zonenweise sogar recht verschieden. Das ist aber nicht etwa allein bei Flüssen, sondern auch beim Karstgrundwasser der Fall, und zwar ganz besonders in solchen Geländestreifen, wo das Gebirge in stärkerem Ausmaß zerrüttet und zerklüftet ist (vergl. S. 26). Es liegen daher auch höchst wahrscheinlich sowohl in der Gegend des Brühls, als im Versinkungsgebiet unterhalb von Fridingen und zweifellos auch im Gebiete von Immendingen im tieferen Donaugrunde ganz entsprechende Abflußverhältnisse wie in der Tuttlinger Gegend vor. Demnach ist anzunehmen, daß von all diesen Gebieten aus ganz besonders bevorzugte Abflußwege zum Aachtopf führen, zu denen hin sich die Grundwasseroberfläche in der engeren Umgebung derselben absenkt. Darauf, daß in deren Bereich die Wasserbahnen streckenweise und zwar speziell in nächster Umgebung des Aachtopfs stärker ausgeweitet sind, läßt namentlich der Umstand schließen, daß hin und wieder Gehäuse der Höhlenschnecke *Vitrella saxigena* var. *danubialis* Geyer, welche weder in der Donau noch in der Aach lebt, in wohlerhaltenen Stücken als Schwimmkörper in der Aachquelle zum Vorschein kommen[1]. Zudem tritt ja auch im Aachtopf selbst das zuströmende Wasser aus einer erweiterten Kluft aus.

Es ist daher voll und ganz gerechtfertigt, wenn Deecke in der Denkschrift der badischen geologischen Landesanstalt ausdrücklich auf das Bestehen „mehr oder minder individualisierter Schläuche in der nächsten Umgebung des Aachtopfes" hinweist[1]. Andererseits steht es außer Frage, daß jedenfalls die an den Hauptversinkungsstellen verfallenden Donauwässer in bestimmten, räumlich einigermaßen abgegrenzten Bahnen zur Aach abströmen. Damit ist aber keineswegs gesagt, daß infolgedessen nun etwa die Aach schlechthin als ein sich nach Süden wendender Arm der Donau — und zwar in dem Sinne, wie in dem Bericht des badischen Ministeriums der Finanzen Nr. 18 516 vom 8. Dezember 1925 an den Staatsgerichtshof für das

[1] Unter diesen Umständen ist es keineswegs erstaunlich, daß hin und wieder auch Schwebstoffe aus der Donau in die Aach gelangen. Allerdings scheint dies für gewöhnlich nur bei Donauhochwasser, d. h. nur bei sehr starker Fließgeschwindigkeit der Fall zu sein, da ein in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts von Wasserbaudirektor Gerwig ausgeführter Versuch durch Einführung von lehmigen Schwebstoffen auf der oberen Hauptversinkungsstrecke die Verbindung Donau-Aach ersichtlich zu machen, ohne Ergebnis blieb. Wie bereits von Knop erkannt wurde, ziehen übrigens auch bei Emmingen und Liptingen niedergehende starke Regen eine Trübung des Wassers der Aachquelle nach sich.

Deutsche Reich in Leipzig behauptet wird[1] — anzusprechen wäre, denn solche Hauptentwässerungsbahnen finden sich auch in solchen Karstgebieten, deren Grundwasserkörper ausschließlich durch atmosphärisches Wasser gespeist wird.

Dies ist beispielsweise der Fall in dem Gebiet zwischen Cambrai, Arras und Lille, wo, wie aus Tafel VII zu ersehen ist, die Spiegelfläche des in den klüftigen Kreidekalken zirkulierenden Grundwassers stellenweise in ganz ähnlicher Weise geneigt und verborgen ist wie die Grundwasseroberfläche bei Tuttlingen. Für gewöhnlich sind allerdings die Grundwasserkurven in diesem Karstgebiet zumeist nur im Bereiche der wasserführenden Talungen stärker ausgebuchtet, was zudem hier im allgemeinen nur auf verhältnismäßig kurze Strecken hin der Fall ist. Aber obgleich demzufolge die Talzüge streckenweise in hohem Maße drainierend auf die angrenzenden Höhen wirken, bestehen im tieferen Untergrunde dieses reich zertalten Geländes doch nirgends den einzelnen Talsystemen entsprechende, streng voneinander abgegrenzte Grundwasserbezirke. Innerhalb dieses räumlich weitausgedehnten Landkomplexes bildet das Karstgrundwasser in der Tiefe vielmehr einen einheitlich in sich zusammenhängenden Wasserkörper, dessen Spiegelfläche im großen ganzen entsprechend der Geländeabdachung in östlicher und nordöstlicher Richtung einfällt. Da diese aber außerdem auch noch in sich geneigt und verbogen ist, so fließt allerdings das Grundwasser nicht etwa samt und sonders schlechthin in der Richtung dieses allgemeinen Gefälles ab. Vielmehr zeigt infolgedessen die ganze Art und Weise, wie sich in diesem Karstgebiet das unterirdische Wasser fortbewegt, weitgehende Anklänge an die oberirdischen Abflußbedingungen. Stellenweise geht hier die Übereinstimmung in den Abflußverhältnissen unter und über Tage sogar so weit, daß nicht nur die Hauptabflußbahnen mit den Talzügen zusammenfallen, sondern daß auch die Karstwasserscheiden streckenweise so ziemlich denselben Verlauf aufzeigen wie die entsprechenden oberirdischen Wasserscheiden.

Demnach spricht aber die Tatsache, daß bei einer der besprochenen

[1] Dieser stützt sich in der Hauptsache auf die Anschauungen Wilser's, der in dieser Hinsicht bemerkt: „es werden wohl auch hier die unregelmäßig verzweigten, sich nach dem Gesetz der kommunizierenden Röhren einstellenden Gerinne vorherrschen." Aus dieser Fassung geht allerdings nicht ganz klar hervor, wie sich Wilser die Abflußverhältnisse gedacht hat. Jedenfalls wird aber in der Denkschrift der badischen geologischen Landesanstalt ausdrücklich vermerkt: „Deshalb gelangt man wenigstens in geringem Maß zu einer Anschauung von den unterirdischen Wasserläufen, wie sie von den Karstforschern als Karstgerinne dargelegt werden."

Farbversenkungen in der Donau auch noch in der Stockacher Aach Verfärbungserscheinungen auftraten, nicht etwa dafür, daß zu dieser hin mit der sonstigen Grundwassermasse nicht weiter in Beziehung stehende röhrenartige Abflußrinnen führen. Es erklärt sich dies vielmehr ganz einfach daraus, daß eben zwischen dem Grundwasserkörper des Aachtopfs und dem der benachbarten Quellgebiete keinerlei schärfere Abgrenzung besteht. Daß in der Tat ein in der Tiefe einheitlicher, großer Hegaugrundwasserkörper besteht, ist — wie bereits in der Denkschrift der badischen geologischen Landesanstalt vermerkt ist — daraus zu entnehmen, daß die Quellen bei Welschingen, bei Neuhausen, bei Engen, bei der Bleiche und in der Ehinger Gegend in so ziemlich derselben Höhe austreten wie die Aachquelle, nämlich zwischen 470 und 490 m über N.N. Da im übrigen der betreffende Versenkungsversuch bei verhältnismäßig niederem Grundwasserstande ausgeführt wurde, so ist auf jeden Fall anzunehmen, daß in solchen Zeiten, in denen der Aachtopf besonders starken Wasserzuzug erhält, also speziell bei Donauhochwasser, ein sehr beträchtlicher Bruchteil der Donauwässer in benachbarte Quellgebiete abströmt[1]. Denn jedes stärkere Ansteigen des Grundwasserspiegels innerhalb des Aachgrundwasserkörpers muß sich infolge des Fehlens einer scharf ausgeprägten Grenze gegen die Wasserkörper der zunächst gelegenen Quellpunkte ganz automatisch auch auf diese einwirken. Und zwar geht dieses seitliche Abströmen im wesentlichen an solchen Stellen vor sich, wo die Grundwasseroberfläche die schwächsten Einbuchtungen aufweist[2]. Solche Punkte, an denen möglicherweise mit einem Ausbrechen der Donauwässer zu rechnen ist, befinden sich offenbar, wie schon ENDRISS erkannt hat, im unteren Saubachtal sowie in der Gegend von Engen, Neuhausen und Welschingen.

[1] Vgl. hiezu auch die Ausführungen auf S. 64.

[2] Bei einer stärkeren Anstauung der Wässer des Aachgrundwasserkörpers, so wie es das Projekt von GLOGAU erfordert, — das eine Verschließung der Quellaustrittsstellen beim Aachtopf zwecks Anstauung der versunkenen Donauwässer zur Kraftgewinnung vorsieht (vgl. die Ausführungen GLOGAU's „Über die Ausnützung der Aachquelle" im Schwäbischen Merkur vom 25. I. 1927) — muß daher auf jeden Fall damit gerechnet werden, daß ganz besonders in Hochwasserzeiten ein sehr beträchtlicher Teil der Donauwässer anderweitig abfließt. Daß in diesem Falle aber auch oberhalb der jetzigen Austrittsstellen Wasser austreten dürfte, ist nach den Erfahrungen, welche bei der Verstopfung der Aurisinaquellen im Triester Karst gemacht wurden, ziemlich wahrscheinlich. Als man hier nämlich im Jahre 1895 bei der Anlage der Aurisinawasserleitung die Quellen im S. E. verstopfte, brach im Herbst Wasser in 15 m Meereshöhe hervor und verheerte zwei Monate lang die umliegenden Weingärten.

VI. Das Wesen der Karstentwässerung.

Ganz ähnliche hydrologische Verhältnisse wie im Versinkungsgebiet der oberen Donau bestehen bekanntlich auch auf der Paderborner Hochfläche. Ebenso wie die Donau und ein Teil ihrer Nebenflüsse erleiden auch die vom Eggebirge herabkommenden und westwärts über die Paderborner Hochfläche hinweg in das Tal der Alme sich ergießenden Flüsse im Bereiche der stark zerklüfteten Plänerkalke stellenweise sehr beträchtliche Wasserverluste. Wie H. Stille an Hand einer größeren Zahl von planmäßig durchgeführten Färbungsversuchen nachweisen konnte, treten die in diesen verfallenden Flußwässer innerhalb der Stadt Paderborn in den sog. Pader-Bornen wieder zutage. Und zwar zeigte sich hierbei im einzelnen, daß, je nachdem die Wässer an der einen oder anderen Stelle der Paderborner Hochfläche verfärbt wurden, ganz bestimmte der vielen hundert Paderquellen gefärbt erschienen, während die übrigen völlig klar blieben, obschon alle diese Quellen samt und sonders in sehr naher Nachbarschaft nebeneinander entspringen. Aus diesem Umstande schloß Stille mit vollem Recht, daß die von den einzelnen Zerklüftungszonen aufgenommenen Flußwässer während ihres unterirdischen Abströmens gleichsam in einer Art von stromartigem Zusammenhang bleiben. Es liegen mithin auch in diesem Karstgebiet gleich wie im Grundwasserkörper der Aachquelle auf sehr weite Strecken hin durchlaufende unterirdische Hauptabflußbahnen vor[1].

Aber trotzdem ist auch im Innern dieser Karstgebiete ein auf weite Flächen hin in Zusammenhang stehendes Grundwasser vorhanden, das einen Wasserkörper mit durchaus einheitlicher Spiegelfläche bildet. Denn diese unterirdischen Hauptabflußbahnen, in deren Bereich sich der Abfluß der versunkenen Flußwässer in der Hauptsache vollzieht, sind eben keine gerinneartigen Verbindungen in Form von unterirdischen Flüssen, die das Wasser nach bestimmten Quellpunkten hinleiten. Vielmehr handelt es sich bei diesen in den zwei soeben genannten Gebieten lediglich um mehr oder weniger breite, im Bereiche des Grundwasserkörpers gelegene Zonen, innerhalb deren die Geschwindigkeit des Strömens stärker ist als in ihrer Umgebung.

[1] Ebenso wie in der Gegend von Tuttlingen folgt auch im Paderborner Gebiet die unterirdische Entwässerung mehr dem Schichtfallen. Im übrigen bestehen auch hier gewisse seitliche Verbindungen zwischen einzelnen Hauptabflußbahnen, denn bei den Farbversuchen im östlichen Einzugsgebiet zeigten sich auch bei einzelnen westlichen Paderquellen gleichfalls Verfärbungserscheinungen. Bemerkenswert ist sodann, daß die Färbung in den Paderquellen im allgemeinen nur wenige Stunden, niemals aber länger als einen Tag angehalten hat.

Wie die Grundwasseruntersuchungen in der Tuttlinger Gegend ergeben haben, wirkt sich die ungleichartige Wasserabfuhr innerhalb eines und desselben Grundwasserkörpers in der Weise aus, daß sich die Grundwasseroberfläche ganz allgemein gegen die Stellen stärkster Abflußgeschwindigkeit zu absenkt, so daß diese in den betreffenden Abschnitten unter Umständen geradezu trogartig ausgetiefte und rinnenartig verlaufende Einbuchtungen aufweisen kann. Letzten Endes sind diese eigenartigen Abflußverhältnisse sowohl im Gebiete der Paderborner Hochfläche als auch bei Tuttlingen im wesentlichen durch die Tektonik bedingt, doch können sich selbstredend auch Unterschiede in der Gesteinszusammensetzung in ganz entsprechender Weise auswirken. Da nun aber selbst in einem noch so homogen aufgebauten Kalkkomplex hinsichtlich der Zerklüftung keineswegs überall gleichartige Verhältnisse bestehen und andererseits größere Kalkmassen zumeist auch nicht vollkommen einheitlich zusammengesetzt sind, so senkt sich die Spiegelfläche des Grundwassers in verkarsteten Gebieten nicht immer nur zu den Quellaustrittsstellen bezw. zum Meer oder zum Grundwasserstrom eines Flusses hin, sondern ist sehr vielfach auch noch in sich in der verschiedenartigsten Weise geneigt und verbogen[1].

Da sich für gewöhnlich sowohl die reine Kalkauflösung (Korrosion) als auch die mehr auf mechanischem Wege zerstörend wirkenden Kräfte im Bereiche der am stärksten zerrütteten und zerklüfteten Zonen weit stärker auswirken als in den schwächer zerrütteten, so steigert sich infolgedessen im Laufe der Zeit die Ungleichartigkeit des Abströmens mehr und mehr. Gleiches gilt im übrigen auch hinsichtlich der petrographisch ungleichartig zusammengesetzten Partien und der völlig homogenen. Es hat dies aber indirekt zur Folge, daß beim weiteren Fortschreiten der Verkarstung das Relief der Karstwasseroberfläche nicht etwa ausgeglichener, sondern im Gegenteil noch bewegter wird. Ein gewisser Stillstand in dieser Entwicklung kann daher auch erst dann eintreten, wenn sich innerhalb eines und desselben Grundwasserkörpers durch engere Verknüpfung der Wasserstränge einzelner stärker zerrütteter (bezw. ungleichartig zusammengesetzter) Zonen einheitlich

[1] Überall da, wo die Schichtwässer eines Karstwasserhorizonts nicht entlang einer horizontalen Fläche, sondern in einzelnen Quellöffnungen zutage treten, ist die gesamte Wasseroberfläche allerdings schon an und für sich stellenweise eingebuchtet, weil naturgemäß der dauernde Wasserabstrom aus diesen Austrittsstellen indirekt eine unter Umständen sich sogar weit nach rückwärts auswirkende lokale Spiegelabsenkung nach sich zieht.

durchlaufende Hauptabzugsbahnen herausgebildet haben[1], deren einzelne Abschnitte selbstredend streckenweise sehr verschieden stark ausgeweitet sein können. Von einem eigentlichen Reifezustand in der subterranen Zirkulation kann allerdings erst von dem Entwicklungsstadium an gesprochen werden, wenn durch weitgehendste Verschmelzung der Bahnen solcher durchgehender Karstwasserstränge im Gebirgsinnern auf weite Strecken hin gewissermaßen kanalartige Abflußbedingungen geschaffen sind. Wo sich obertägige Wasserläufe unmittelbar in solche Höhlenbahnen ergießen, fließen die verfallenden Flußwässer unter solchen Umständen auch weiterhin im Gebirgsinnern so ziemlich in Form von geschlossenen Gewässern dahin. Und sofern durch mitgeführten Schlick oder durch Absetzen von Kalktuff eine Abdichtung der Sohle des Höhlenbetts bewirkt, bezw. der Kalk an sich massig und wenig geschichtet sowie nur sehr schwach durchklüftet ist, können sich schließlich sogar derartige Abflußverhältnisse herausbilden, daß die Flußwässer auch innerhalb solcher Bahnen völlig unabhängig von der allgemeinen Grundwasserbewegung abfließen. Dies ist beispielsweise bei der bereits erwähnten Reka (vergl. Anm. 1 S. 55) der Fall.

Bei Hochstand des Karstwassers sowie bei außerordentlich starken örtlichen Regengüssen und bei rasch verlaufender Schneeschmelze wirken naturgemäß diese Hauptabflußbahnen in gewissem Sinne regulierend auf den Wasserabfluß im Gebirgsinnern. Denn da sich in diesen Hauptabflußbahnen wegen der in ihnen herrschenden relativ stärksten Geschwindigkeit im Strömen jede reichlichere Wasserzufuhr am raschesten und stärksten auswirkt, so steigt infolgedessen unter Umständen in ihrem Bereiche die Spiegeloberfläche in weit höherem Maße an als in ihrer engeren und weiteren Umgebung. Es ist dies aber insofern bedeutsam, als demnach der Unterschied zwischen Hoch- und Tiefstand des Karstgrundwasserspiegels bei einem und demselben Wasserkörper nicht etwa überall gleich groß ist, sondern sogar örtlich recht verschieden sein kann. Und zwar ist normalerweise damit zu rechnen, daß je weiter die Verkarstung in einem Kalk-, Dolomit- oder

[1] In diesem Zusammenhang sei betont, daß die Mehrzahl der Höhlenpläne deutlich eine gewisse Abhängigkeit vom Kluftsystem erkennen lassen. So führt beispielsweise Neischl alle von ihm untersuchten Höhlen im Bereiche der fränkischen Schweiz auf Spalten im Gestein und auf dessen Zerklüftung zurück. Und auch Grund bemerkt, daß alle Höhlen im Karst nichts anderes sind als durch Korrosion und Erosion erweiterte Klüfte und Schichtfugen. Im Anschluß daran weist Grund auch noch darauf hin, daß es geschlossene Röhren und Höhlengänge, d. h. solche, welche nicht in Spalten und Klüfte übergehen, im Karst so gut wie gar nicht gibt.

Gipsgebirge fortschreitet, desto schroffer zunächst auch die Unterschiede hinsichtlich des Ausmaßes der örtlichen Spiegelschwankungen im zugehörigen Wasserkörper werden. Im selben Maße wird naturgemäß auch der Charakter der Karstwasserscheiden immer schärfer und ausgeprägter, und es verringert sich infolgedessen auch mehr und mehr die Möglichkeit, daß stärkere Abströmungen aus einem bestimmten Grundwasserbezirk zur Seite hin erfolgen. Es ist daher auch nicht weiter verwunderlich, wenn, wie es z. B. bei den Paderquellen der Fall ist, hin und wieder unmittelbar benachbarte im gleichen Gestein und in einem und demselben Horizont entspringende Karstquellen in bezug auf Temperatur, Salzgehalt und Trübung ganz verschiedenartige Verhältnisse aufweisen[1]. Jedenfalls aber spricht dies keineswegs etwa so unbedingt dafür, daß kein allgemeiner Zusammenhang des Tiefenwassers besteht, wie bisher von Seiten der Gegner der Grundwassertheorie angenommen wurde. Andererseits wird es auf Grund dieser Überlegungen auch wohl verständlich, weshalb sich bei den Karstquellen die Abhängigkeit der Wasserführung von den Niederschlagsverhältnissen so besonders stark bemerkbar macht, und der unterirdische Abfluß in den von Klüften und Höhlungen durchzogenen Kalk-, Dolomit- und Gipsgesteinen gegenüber dem rein oberflächlichen nur wenig verzögert und ausgeglichen ist.

Im übrigen sind naturgemäß die im Bereiche der Hauptabflußbahnen gelegenen Regionen, und zwar sowohl die dauernd vom Wasser durchspülten als auch die nur zeitweilig durchfluteten, die Gebirgsabschnitte, in denen sich im Laufe der Zeit die zerstörenden Kräfte am stärksten auswirken, so daß innerhalb derselben ganz besonders günstige Vorbedingungen für die Höhlenbildung bestehen. Der Gedanke liegt nahe, daß dementsprechend sich auch das unterirdische Karstphänomen

[1] Wie bereits von Stille angedeutet wurde, läßt der Umstand, daß einzelne Paderquellen beständig einen höheren Temperaturgrad aufweisen, darauf schließen, daß unter Umständen auch von der Tiefe her Wasser empordringt. Wie ungleichartig die Bedingungen für die Wasserbewegung unter Umständen auch in den tiefer gelegenen Regionen der Karstgebiete sind, geht ohne weiteres hervor aus den von Gosselet in Form von Diagrammen zur Darstellung gebrachten Beobachtungen, welche im Département du Nord anläßlich des Niederbringens der Kohlenschächte beim Durchteufen des bereits erwähnten Kreidegrundwasserhorizonts über den jeweiligen örtlichen Wasserzudrang gemacht wurden. Im wesentlichen ist dies hier offensichtlich auf die in den Diagrammen z. T. ebenfalls vermerkte verschiedenartige Gesteinszusammensetzung und die stark wechselnden Zerklüftungsverhältnisse zurückzuführen. Immerhin ist es aber doch auffallend, wie verschiedenartig die Verhältnisse hinsichtlich des Wasserzudrangs in der Horizontalen selbst bei unmittelbar benachbarten Schachtprofilen sind.

morphologisch in den Gebietsstreifen, welche über solchen Hauptabflußbahnen liegen, auf die Dauer am stärksten und nachhaltigsten auswirkt. Es war daher keineswegs so völlig abwegig, wie es vielfach dargestellt wird, wenn hin und wieder in verschiedenen Karstländern versucht wurde, aus bestimmten oberirdischen Formenschätzen und vor allem aus dem reihenförmigen Auftreten von Dolinen gewisse Rückschlüsse über die unterirdischen Abflußverhältnisse zu ziehen. Auf jeden Fall ist es aber sehr wohl möglich speziell aus diesen Erscheinungen bestimmtere Anhaltspunkte hinsichtlich der günstigsten Auswahl der Ansatzstellen zur Wassererschließung zu erlangen, da namentlich bei stärkerem Wasserbedarf hiefür in erster Linie die Zonen mit stärkster Fließgeschwindigkeit in Betracht kommen. Doch ist selbstredend bei allen diesbezüglichen Nachforschungen das Augenmerk vornehmlich auf die Tektonik zu richten.

Was die Stärke der Karstwasserschwankungen anbelangt, so sind beispielsweise im Artois die örtlichen Unterschiede hinsichtlich des Hoch- und Tiefstandes des Grundwassers in den verhältnismäßig schwach zerklüfteten und höhlenarmen Kreidekalken allenthalben äußerst gering. Anders liegen dagegen offenbar die Verhältnisse im eigentlichen Karst, denn wie GRUND berichtet, sind hier stellenweise ungemein hohe Spiegelschwankungen zu verzeichnen. So beträgt das Ausmaß der Karstwasserschwankung im Kamenitiponor im Polje von Livo in Bosnien 40 m[1] und in der Trebičgrotte im Triestiner Karst sogar 80—100 m. GRUND führt den bedeutenden Betrag dieser Karstwasserschwankungen schlechthin auf das Vorliegen eines sehr engen Kluftnetzes zurück. „Die Enge der Klüftung erklärt jedenfalls den bedeutenden Betrag der Karstwasserschwankung. Der Kalk verhält sich eben wie eine sehr grobe Breccie oder ein Konglomerat von riesigem Blockdurchmesser und wenigen Zwischenräumen.“ Wie aus dem zuvor Gesagten zu entnehmen ist, ist es indessen sehr fraglich, ob diese Begründung gerade im vorliegenden Falle zutrifft (vergl. hiezu auch S. 72), obschon die derselben zugrundeliegende Überlegung als solche durchaus richtig ist. Zudem bedingt ja nicht etwa nur die Weite

[1] Nach MARTEL stieg allerdings auch in den Brunnen in der Champagne zwischen Reims und Troyes im Jahre 1910, in welchem diese Gegend durch starke Überschwemmungen heimgesucht wurde, das Wasser bis zu 25 m; für gewöhnlich beträgt hier der Unterschied zwischen Hoch- und Tiefstand nur 3—10 m. Andererseits beobachtete er, daß das Wasser in diesem Kreidegebiet in dem außerordentlich trockenen Jahre 1906 stellenweise wesentlich tiefer stand, als es sonst in der Regel der Fall ist.

des Kluftnetzes örtlich oder regional das Ausmaß der Spiegelschwankung, sondern ganz abgesehen vom Klima und den örtlichen Niederschlagsverhältnissen sind hiefür noch eine Reihe anderer Faktoren wie die ganze Art und Stärke der Durchklüftung des Gesteins, die petrographischen Eigenarten der Schichtfolge in der Vertikalen und Horizontalen, das Maß der Schichtung, die allgemeinen tektonischen Verhältnisse und die Lage der Abflußbasis (Vorflut) von Einfluß. In diesem Zusammenhang bedarf es keiner weiteren Begründung, daß im einzelnen Falle die Art der Durchkarstung sehr verschieden verläuft, je nachdem die einen oder anderen dieser Faktoren vorwalten.

Von Seiten der Gegner der Grundwassertheorie wurde das eben erwähnte hohe örtliche Ansteigen des Grundwassers vielfach als eine im Wesen dem Flußhochwasser völlig entsprechende Erscheinung angesprochen und daraus Rückschlüsse auf die Flußnatur der unterirdischen Wasserableitung in verkarsteten Gebieten gezogen. Es geschah dies allerdings in diesem Falle nicht so ganz mit Unrecht, denn in der Tat zeigt sich gerade hierin ein gewisser Anklang an die Abflußverhältnisse in Talgebieten[1]. Auch sonst erinnert die ganze Art und Weise, wie die Karstwasseroberfläche gestaltet und zergliedert ist, in hohem Maße an Reliefverhältnisse wie sie ähnlich auch auf der Erdoberfläche bestehen. Dabei liegen aber speziell bei Tuttlingen die Verhältnisse so, daß die besprochene rinnenartig verlaufende Spiegeleinmuldung ganz und gar unabhängig von der oberirdischen Geländegestaltung auftritt. Im Artois hingegen, wo die unterirdische Entwässerung im großen ganzen so ziemlich der oberirdischen folgt, deckt sich allerdings die Zergliederung der Grundwasseroberfläche insofern mit der Anordnung von Berg und Tal, als sehr vielfach der Grundwasserspiegel in den Tälern tiefer liegt, als unter den angrenzenden Höhen (vergl. Taf. VII). Es ist dies aber auch in diesem Karstgebiet keineswegs etwa durchweg der Fall; ja es sind hier sogar eine Reihe von Stellen zu verzeichnen — so beispielsweise bei Vitry-en-Artois —, in denen die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen.

Selbst die scheinbar verwickeltsten hydrologischen Erscheinungen im Innern von verkarsteten Gebieten lassen sich somit auf völlig zwanglose und verhältnismäßig einfache Art im Sinne der Grund-

[1] So ist es im Hinblick darauf auch durchaus zu verstehen, weshalb KATZER, obschon er für den seichten Karst einen einheitlichen Grundwasserkörper annimmt, das Bestehen eines solchen im tiefen Karst bestreitet, und die Ansicht vertritt, daß es in tief drainierten Kalkmassiven nur unterirdische Gerinne nach Art der Tagflüsse und Gebirgsbäche gibt.

wassertheorie erklären. Doch liegen die hydrologischen Verhältnisse unter Tage jedenfalls im Bereiche der schwäbischen Alb und im Artois nicht ganz so einfach wie sie A. GRUND in seinen verschiedenen Ausführungen über die Karsthydrographie schilderte. Wohl hat er sehr richtig erkannt, daß letzten Endes in verkarsteten Gebieten nicht der Fluß, sondern die Quelle die Ursache aller hydrologischen Erscheinungen ist. Dagegen ist er sich selbst der Bedeutung der Zonen mit stärkster Fließgeschwindigkeit für die subterrane Zirkulation nicht so recht bewußt geworden, da er bei seinen theoretischen Erwägungen anfänglich ganz einseitig von einem gewissermaßen „idealen" Kalkgestein ausging, d. h. einem Gestein, das nicht nur völlig gleichartig aufgebaut, sondern zudem auch noch in ganz gleichartiger Weise zerklüftet ist.

Gleiches gilt in gewissem Sinne auch hinsichtlich der Röhrentheorie bezw. der KATZER'schen Theorie der Karstgerinne[1]. Da sich diese letzteren Theorien im wesentlichen auf Beobachtungen und Wahrnehmungen, die an Höhlen und an Höhlenflüssen gemacht wurden, stützen, so geben sie wohl für gewisse Einzelheiten der Karstentwässerung eine durchaus richtige Erklärung. Dem Gesamtproblem als solchem werden jedoch auch die von KATZER entwickelten Anschauungen über die Abflußverhältnisse im Innern der Karstgebiete keineswegs völlig gerecht. Denn wenn auch speziell in stärker verkarsteten Gebieten der Wasserabzug unter Tage in der Hauptsache durch Abfuhrbahnen vermittelt wird, in deren Bereich sich die Wässer zu stärkeren Adern sammeln, so geht doch dieses Abströmen im Gebirgsinnern in der Regel nicht unabhängig von der allgemeinen Grundwasserbewegung vor sich[2]. Ja für gewöhnlich ist dies sogar nicht einmal dann der Fall, wenn die Fließgeschwindigkeit innerhalb solcher Hauptabflußbahnen so groß ist, daß sie die des in Sanden und Kiesen zirkulierenden Grund-

[1] „Die wichtigste Eigenheit des Karstes beruht in seinen unterirdischen Gerinnen. Es sind spalten-, röhren- und grottenförmige Hohlräume von verschiedener Gestalt und Größe und mit den verschiedensten Gefällsverhältnissen, bald verworren verzweigt und seltsam miteinander verbunden, bald isoliert und voneinander unabhängig, unter- und nebeneinander in tausendfach wechselnder Weise das Gestein durchziehend."

[2] So hat sich auch bei einer auf Anregung von H. HÖFER in der Umgebung von Pola (Istrien) in der Zeit vom 28. März 1895 bis zum 26. Juli 1899 ausgeführten hydrologischen Spezialuntersuchung, bei der insgesamt zehn Hydroisohypsenkarten hergestellt wurden, ergeben, „daß der Spiegel des Höhlenwassers ein ziemlich gleichmäßiges einheitliches Gefälle besitzt und ebenso gleichförmig schwankt wie der des Grundwassers."

wassers um mehr als das Tausendfache übertrifft, und sich das Abströmen so ziemlich in derselben einheitlichen Weise wie in einem obertägigen Flußschlauch vollzieht.

VII. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Wasserabströmungen aus der offenen Donau sind nicht nur im Bereiche der altbekannten Hauptversinkungsabschnitte zu verzeichnen, sondern dieser geht auch auf der dazwischen liegenden Flußstrecke an einer Reihe von Stellen Wasser durch Übertreten in den Grundwasserhorizont der Talaue verloren. Dies ist nachweislich in stärkerem Maße der Fall unmittelbar unterhalb von Tuttlingen.

2. Das in den Sanden und Kiesen der Donauniederung sich sammelnde Talgrundwasser bildet von Zimmern bis unterhalb von Fridingen, und zwar auf der ganzen Talstrecke nicht wie sonst in der Regel einen in sich abgeschlossenen Wasserhorizont in Form eines mehr oder weniger einheitlich durchgehenden Wasserstrangs. Es bildet vielmehr an all den Stellen, wo durchlässige Kalke im Talgrunde anstehen, mit dem in diesen sich sammelnden Grundwasser einen geschlossenen Wasserkörper mit einheitlicher Spiegelfläche. Klar und deutlich geht dies hervor aus dem Vorliegen einer Tal-Grundwasserscheide in der Gegend des Ludwigstaler Wehrs.

3. Die Grundwasserbeobachtungen, welche aus der Tuttlinger Gegend vorliegen, lassen einwandfrei erkennen, daß in der dortigen Gegend die Spiegelfläche dieses Grundwasserkörpers nicht wie eigentlich zu erwarten wäre, in der Abflußrichtung der Donau, also gegen Osten geneigt ist, sondern vor allem gegen Süden zu einfällt. Dasselbe ist, soweit durchlässige Kalke im Talgrunde anstehen, gleichermaßen auch auf der übrigen Versinkungsstrecke der Fall.

4. Das Einfallen der Grundwasseroberfläche gegen Süden ist jedoch kein gleichmäßiges, sondern diese ist in recht verschiedenartiger Weise geneigt und verbogen. Die bei Tuttlingen besonders deutlich in Erscheinung tretende örtliche, stärkere Absenkung des Grundwasserspiegels läßt klar erkennen, daß dort innerhalb des Grundwasserbereichs eine bevorzugte Abflußbahn besteht, in der der Abstrom am raschesten vor sich geht.

5. Das unverhältnismäßig lange und in der Intensität schwankende Auftreten der Verfärbung in der Aachquelle bei den Farbversenkungen in der Donau zeigt deutlich an, daß die versunkenen Donauwässer nicht in Form eines geschlossenen von der allgemeinen Grundwasserbewegung

unabhängigen Höhlenflusses abströmen. Andererseits läßt jedoch das verhältnismäßig frühe Eintreffen des ersten verfärbten Wasserstoßes darauf schließen, daß immerhin durchlaufende bevorzugte Abflußbahnen innerhalb des zur Aachquelle entwässernden Grundwasserkörpers bestehen.

6. Infolge der starken Zerstückelung des teils aus durchlässigen, teils aus undurchlässigen jurassischen Schichten aufgebauten Gebirges im Donau-Aachgebiet in höher- und tieferliegende Schollen bildet dieser Grundwasserkörper kein durchweg in sich geschlossenes Ganzes, sondern ist in seinem nördlichen Teil in eine Reihe von scharf voneinander abgetrennter Teilkörper zergliedert.

7. Das unterirdische Einzugsgebiet der Aachquelle ist weit ausgedehnter als bisher angenommen wurde. Es greift unter dem Donaubett hinweg zwischen Zimmern und der Furt unterhalb von Fridingen stellenweise verhältnismäßig recht weit in das nordwärts desselben gelegene danubische Einzugsgebiet über. In der Gegend des Dreifaltigkeitsbergs bei Spaichingen reicht es sogar bis nahe an die Donau-Neckarwasserscheide heran.

8. Aus der Feststellung, daß innerhalb des zur Aachquelle entwässernden Grundwasserkörpers durchlaufende Hauptabflußbahnen bestehen, zu denen hin sich die Wasseroberfläche absenkt, ergibt sich, daß die durch GRUND gegebene Begründung der Karstwassertheorie nicht so ohne weiteres auf die Schwäbische Alb übertragen werden darf. Im übrigen geht aus den gesamten über die Grundwasserverhältnisse im Donau—Aachgebiet vorliegenden Beobachtungen klar hervor, daß weder die alte Röhrentheorie noch die KATZER'sche Theorie der Karstgerinne dem Wesen der Karstentwässerung völlig gerecht werden.

Literaturnachweis.

I. Abhandlungen und Schriften:

1. Anonymus, Untersuchung der Aachquelle. Mitteilungen der bad. geolog. Landesanstalt. 1890. Bd. I. S. 804.
2. Äußerung der preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde zur Denkschrift der badischen geologischen Landesanstalt und zur Erwiderung der badischen Wasser- und Straßenbaudirektion auf das Gutachten der preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde vom 15. Aug. 1924. (Als Manuskript gedruckt.)
3. BECKER, K. H., Kurze Charakterisierung der wichtigsten Albhöhlen. Aus „Die deutschen Höhlen". 1926. (Als Manuskript gedruckt.)

4. Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden. Karlsruhe 1893. Heft 8.
5. Beschreibung des Oberamts Tuttlingen. Herausgeg. v. d. K. statistisch-topographischen Bureau Stuttgart 1879.
6. Breuninger, F. W., Fons Danubii primus et naturalis. Tübingen 1719.
7. Deecke, W., Geologie von Baden. Berlin 1916—1918.
8. — Die Donauversinkung als ein geologischer Vorgang. Tuttlinger Heimatblätter. H. 4. 1925.
9. — Der Zusammenhang von Flußlauf und Tektonik dargestellt an den Flüssen Südwestdeutschlands (Abschnitt: Die obere Donau S. 22—31). Fortschritte der Geologie u. Paläontologie. H. 16. Berlin 1926.
10. Denkschrift der Badischen Geologischen Landesanstalt Freiburg i. Br. über die geologischen Verhältnisse der Donauversinkung zwischen Immendingen und Fridingen 1924. (Als Manuskript gedruckt.)
11. Cvijic, C. J., Das Karstphänomen. Geogr. Abhandlungen. Herausg. v. A. Penck. Bd. V. H. 3. 1893.
12. Endriss, K., Die Versinkung der oberen Donau zu Rheinischem Flußgebiet. Stuttgart 1900.
13. — Die neuesten Ergebnisse über die Verhältnisse der Donauversinkung. Mathematisch-naturwissenschaftliche Blätter 1905. H. 1.
14. — Zwei Aktenstücke über die Donauversinkung „Der Tuttlinger Färbeversuch vom 14. November 1904 u. Neue Gesichtspunkte zur Behebung der durch die Donauversinkung für württembergische Landesteile erwachsenen Schäden". Denkschrift an das Württ. Ministerium des Innern vom 15. März 1905. Sonntagsbeilage zu Nr. 28 des Schwäb. Merkur. Stuttgart 1908.
15. — Die Donauversinkung. Der Begriff „Donauversinkung" und der Weg zur Hebung der Wasserwirtschaft an der oberen Donau und an der Aach. Stuttgart 1908.
16. — Zur Donauversinkung, eine Grundlegung für die geplante große Kochsalzversenkung bei Fridingen. Neues Stuttgarter Tagblatt Nr. 244 u. 255 vom 17. u. 19. Oktober 1908.
17. — Zur Frage der Aach-Donauhöhlen. Globus Bd. XCIV. Heft 5. Braunschweig 1908.
18. — Die Erforschung der Donauversinkung. Intern. Höhlenforscher-Vereinigung. Hadus Triest H. 5. 1908.
19. — Die Zunahme der Donauversinkung. Neues Stuttgarter Tagblatt vom 6. u. 7. V. 1922.
20. — Gutachtliche Denkschrift für Beobachtung (Überwachung) im Eisenbahngelände des Donauversinkungsbereichs vom 18. Nov. 1922.
21. — Der Abgrund der Donauversinkung. Neues Stuttgarter Tagblatt vom 7. VII. 1923.
22. — Preßluft- oder Kohlensäure-Explosion. Neues Stuttgarter Tagblatt vom 2. VIII. 1923.
23. Erwiderung der Badischen Wasser- u. Straßenbaudirektion auf das Gutachten der Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde vom 15. August 1924 über die Versinkung der Donau. 1925. (Als Manuskript gedruckt.)
24. Erwiderung der Badischen Wasser- u. Straßenbaudirektion auf die Gutachten der Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde vom 15. Januar 1927

und der Abteilung für Straßen- u. Wasserbau im Württembergischen Ministerium des Innern vom 19. März 1927 über die Versinkung der Donau. 1927. (Als Manuskript gedruckt.)

25. Fraas, E., Die Höhlen der schwäbischen Alb. Schriften des Schwäb. Höhlenvereins. Nr. 4. Tübingen 1901.
26. — Gutachten über die Versinkungen an der oberen Donau vom 10. November 1905. (In Akten des Amts für Gewässerkunde der Ministerialabteilung für den Straßen- und Wasserbau.)
27. Fraas, O., Die geognostische Profilierung der Württembergischen Eisenbahnlinien Stuttgart 1884.
28. François, Ch., Régime hydrologique et puits du calcaire. Bull. Soc. belge de Géol. 1894. p. 247.
29. Geyer, D., Beiträge zur Vitrellenfauna Württembergs IV. Jahresh. d. Ver. f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg. 63. Jahrgang. Stuttgart 1907.
30. Gosselet, J., Nappes aquifères de la craie au sud de Lille. Ann. Soc. Géol. du Nord 1er juin 1904. Bd. XXXIII. p. 133.
31. Gradmann, R., „Der Wasserhaushalt" Abschnitt E. in Beschreibung des Oberamts Münsingen, herausg. v. K. Statistischen Landesamt. 2. Bearbeitung. Stuttgart 1912.
32. — Neue Beobachtungen über den Wasserhaushalt der Schwäbischen Alb. Jahresh. d. Ver. f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg. 68. Jahrg. Stuttgart 1912.
33. Grund, A., Die Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien. Geogr. Abhandlungen, herausgeg. von A. Penck. Bd. VII. H. 3. Berlin 1903.
34. — Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Geogr. Abhandlungen, herausgeg. von A. Penck. Bd. IX. H. 3. Berlin 1910.
35. — Zur Frage des Grundwassers im Karst. Mitteil. d. K. K. Geogr. Gesellschaft in Wien, 1910. Bd. 53. S. 606.
36. — Der geographische Zyklus im Karst. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. Jahrg. 1928.
37. Gugenhan, M., Über die Versinkung der Donauwasser zwischen Immendingen und Möhringen im Großherzogtum Baden. Monatsschr. d. württ. Ver. f. Baukunde in Stuttgart. 3. H. 1899.
38. Gutachten der Landesanstalt für Gewässerkunde im Preußischen Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten vom 15. August 1925 über die Versinkung der Donau. (Als Manuskript gedruckt.)
39. Haizmann, W., Der weiße Jura $\gamma + \delta$ in Schwaben. Neues Jahrb. f. Min. 1902. Bd. XV.
40. Heiser, H., Die Versinkungserscheinungen an der oberen Donau als zwischenstaatliche Wasserwirtschafts- u. Wasserrechtsfrage. Zeitschr. f. Bauwesen. Ingenieurbauteil. 26. Jahrg. 1926.
41. Hoefer-Heimhalt, H., Grundwasser und Quellen. Braunschweig 1920. II. Aufl.
42. Hol, J. B., Beiträge zur Hydrographie der Ardennen. Jahresber. d. Frankfurter Ver. f. Geographie u. Statistik. Jahrg. 79 u. 80. 1914—1916.
43. Katzer, Fr., Karst und Karsthydrographie. Sarajewo. 1909.
44. Knebel, W. von, Höhlenkunde. Die Wissenschaft. H. 15. 1906.

45. Knop, A., Über die hydrologischen Beziehungen zwischen der Donau und der Aachquelle im badischen Oberlande. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1875. S. 942 u. 1878. S. 350.
46. Koehler, K., Das Problem der Donauversinkung. Deutsche Wasserwirtschaft. H. 8. 1924.
47. — Die Donauversinkung bei Immendingen, eine Frage des internationalen Wasserrechts. Der Bauingenieur. 1925. H. 27.
48. Koehne, W., Grundwasserkunde. Stuttgart 1928.
49. Kranz, W., Hydrologie, Abschnitt VI B in Begleitworte zur Geognostischen Karte von Württemberg. Atlasbl. Heidenheim. II. Aufl. 1924. S. 129.
50. Krebs, N., Offene Fragen der Karstkunde. Geogr. Zeitschr. XVI. 1910.
51. Löffler, K., Die Formen der schwäbischen Alb und ihr Einfluß auf die Besiedelung auf Grund von Beobachtungen in der südwestlichen Alb. Jahresh. d. Ver. f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg. 71. Jahrg. Stuttgart 1915.
52. Martel, E. A., L'évolution souterraine. Paris 1908.
La Théorie de la „Grundwasser" et les eaux souterraines du Karst. La Géographie. 1910. p. 126—130.
Nouveau Traité des eaux souterraines. Paris 1921.
53. Neischl, A., Die Höhlen der fränkischen Schweiz und ihre Bedeutung für die Entstehung der dortigen Täler. Nürnberg 1904.
54. Neumann, R., Die Lagerungsverhältnisse des Weißen Jura bei Immendingen. Mitteilungen d. bad. Lehrervereins f. Naturkunde 1908.
55. Penck, A., Über das Karstphänomen. Vorträge d. Ver. z. Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. 44. Jahrg. 1904 (S. 13).
56. — Das unterirdische Karstphänomen. Festschrift Jovan Cvijic. Belgrad 1924.
57. Rebholz, E., Kolbinger Steige. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 78. 1926. Monatsber. S. 247.
58. — Die Pflanzenwelt der Fridinger Alb mit Berücksichtigung ihres Schutzgebietes. Veröffentl. d. staatl. Stelle f. Naturschutz i. württ. Landesamt f. Denkmalpflege. H. 3. 1926.
59. Regelmann, Ch., Trigonometrische Höhenbestimmungen und Notizen über den Gebirgsbau für die Atlasblätter Fridingen, Hohentwiel, Schwenningen und Tuttlingen. Württ. Jahrbücher. Jahrg. 1877.
60. Reuter, L., Die geologischen Grundlagen zur Wasserversorgung im Bayerischen Juragebiet. Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1920.
61. Sauer, A., Die Donauversickerung. Neue Gesichtspunkte zur Beurteilung ihrer natürlichen Bildungsvorgänge und der Rechtsgrundlagen für wirtschaftliche Maßnahmen. Schwäbischer Merkur. 6. Mai 1922. Nr. 209.
62. Schaad, E., Quellenstudien. Schweizer Verein von Gas- und Wasserfach. männern. Monatsbulletin. VI. Jahrg. Nr. 1—4. 1926.
63. Schauffelberger, P., Das Hochwasser der Aach, seine Ursache und seine Bekämpfung. Deutsche Bodenseezeitung Konstanz. 10. September 1927. Nr. 207.
64. Scheerer, P., Wirtschaftliche Bedeutung der Donauversinkung für die Anlieger, insbes. für die Werksbetriebe der Stadt Tuttlingen. Gesundheitliche Einwirkungen der Wasserverluste der Donau auf die Anwohner am oberen Donaulauf. Tuttlinger Heimatblätter. H. 6. 1927.

65. Schmidle, W., Über die Donauversinkung. Konstanzer Zeitung vom 23. VII. 1926. N. 169.
66. Sihler, H., Zum Wasserhaushalt des Blautopfs. Blätter des schwäbischen Albvereins. 39. Jahrg. 1927. S. 295.
67. Späth, K., Zur Frage der Donauversinkung. Stuttgarter Neues Tagblatt 13. Dezember 1926.
68. Spitz, W., Exkursion in die Umgebung von Immendingen am 12. August. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 65. 1913. Monatsber. S. 527.
69. Stille, H., Geologisch-hydrologische Verhältnisse im Ursprungsgebiet der Paderquellen zu Paderborn. Abhandl. d. preuß. geol. Landesanstalt. Berlin 1903.
70. Teppner, W., Die Karstwasserfrage. Geologische Rundschau. Bd. IV. 1913.
71. Verwaltungsbericht der Königlich Württembergischen Ministerialabteilung für den Straßen- und Wasserbau. Jahrgänge 1905/06 u. 1907/08.
72. Waagen, L., Karsthydrographie und Wasserversorgung in Istrien. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1910. S. 299.
73. Wagner, G., Berg und Tal im Triasland von Franken und Schwaben. Erdgesch. u. landeskundliche Abhandlungen aus Schwaben u. Franken. H. 4. Öhringen 1922.
74. Wilser, J. L., Die natürlichen Bedingungen der Donauversinkung und deren wirtschaftliche Nutzung. Freiburg 1924.
75. Zufällige Relationen von alten und neuen denkwürdigen Geschichten, Urkunden, Dokumenten usw. Ulm 1711.

II. Karten:

Atlasblätter Tuttlingen (Nr. 44) u. Fridingen (Nr. 45) der geognostischen Spezialkarte von Württemberg im Maßstab 1 : 50 000 samt Begleitworten.
Geologische Übersichtskarte von Württemberg und Baden, herausgegeben vom württ. Statistischen Landesamt. 11. Auflage. 1920.
Topographische Karte von Württemberg und Baden 1 : 25 000.
Blätter Tuttlingen (Möhringen), Spaichingen, Nendingen, Neuhausen ob Eck (Emmingen ab Eck), Eigeltingen und Engen.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

1. Einleitung 1
2. Allgemeine Übersicht über die geologischen, hydrologischen und orographischen Verhältnisse im Versinkungsgebiet der oberen Donau . 8
3. Die Grundwasserverhältnisse im Donautal bei und unterhalb Tuttlingen 19
4. Die Grundwasserführung auf der übrigen Versinkungsstrecke 32
   a) Im Schichtbereich des unteren weißen Jura 32
   b) Im Schichtbereich des mittleren weißen Jura 44
5. Der unterirdische Abfluß der versunkenen Donauwässer 50
6. Das Wesen der Karstentwässerung 70
7. Zusammenfassung der Ergebnisse 77
8. Literaturnachweis 78

Aufnahme Dr. Holz 1911

Abb. 1. Donaubett unterhalb Immendingen zur Zeit völliger Trockenheit.

Abb. 2. Donaubett unterhalb Immendingen
mit Wasserführung; im Flußbett über Mittelwasser aufragende Kiesbänke.

Aufnahme Dr. Holz 1911

Abb. 3. Donaubett unterhalb Immendingen
zur Zeit völliger Trockenheit; Kiesbarren von Pflanzen überwuchert.

Aufnahme Dr. Holz 1911

Abb. 4. Donaubett unterhalb Immendingen.
Verschwindende Donau; im Vordergrunde tote Fische.

Aufnahme M. Gugenhan 1899

Abb. 5. Donaubett unterhalb Immendingen.
Im Mittelgrunde bereits trocken liegendes Flußbett.

Aufnahme Dr. Reinert 1925

Abb. 6. Aachtopf. Im Hintergrunde Hauptwasseraustritt.

Aufnahme Dr. Holz 1918

Abb. 7. Aachtopf.

Wasserspiegel mit deutlichem artesischem Wasseraustritt.

Abb. 8. Donautal unterhalb Fridingen.

Unteres Hauptversinkungsgebiet.

Abb. 9. Weißjura-β-Schichten beim Bahnhof Tuttlingen.

Abb. 10. Rechtes Donauufer unterhalb Fridingen.
Anläßlich der Salzversenkung im Jahre 1908 freigelegte Weißjura-δ-Schichten.

Aufnahme Dr. Reinert 1923

Abb. 11. Donautal bei Immendingen.
Im Vordergrunde steilstehende β-Kalke.

Aufnahme Dr. Holz 1912

Abb. 12. Versinkungsstellen am Brühl.

Aufnahme Dr. Holz 1910

Abb. 13. Versinkungsstellen am Brühl.

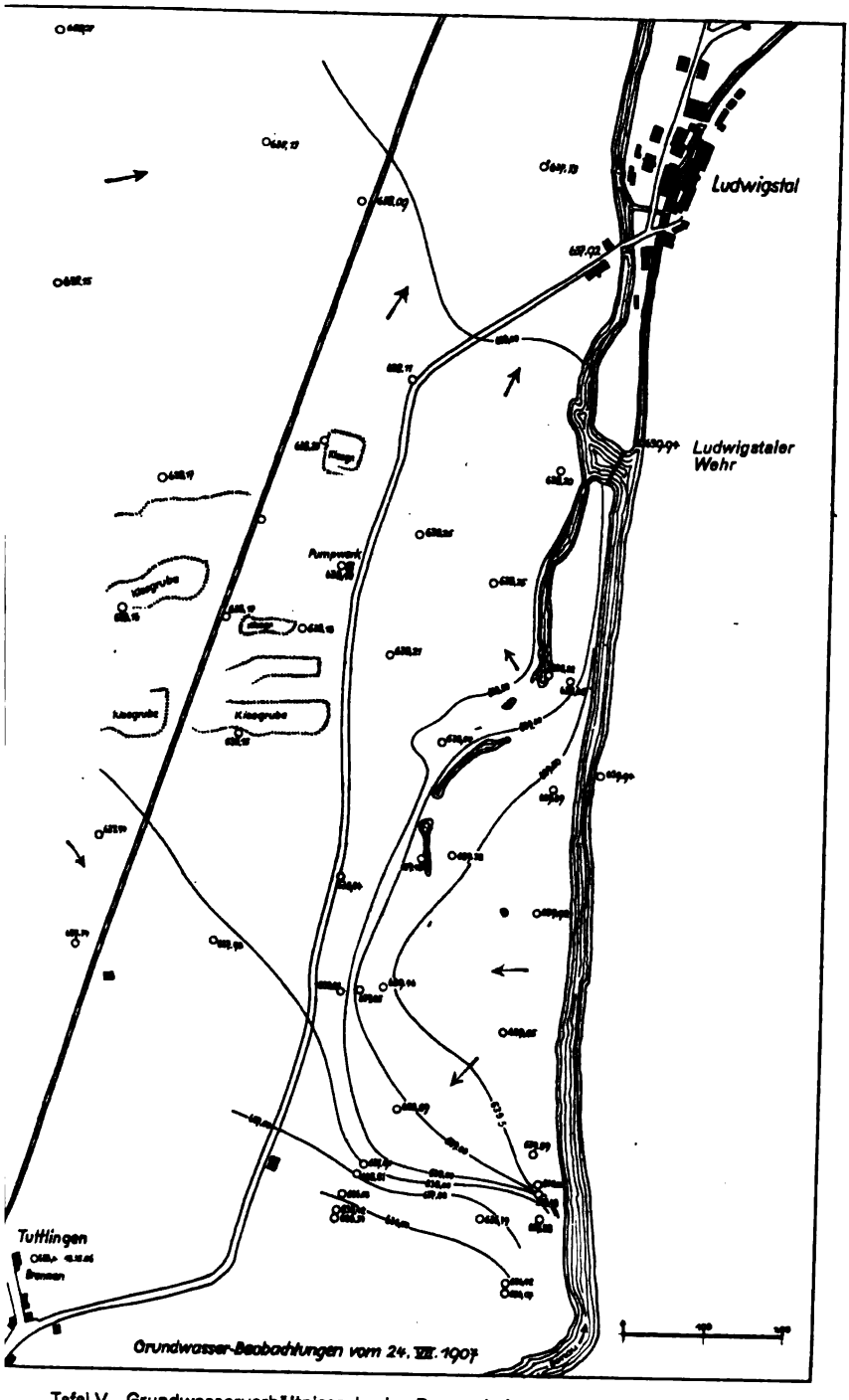
Aufnahme Dr. Holz 1912

Abb. 14. Versinkungsstellen am Brühl.

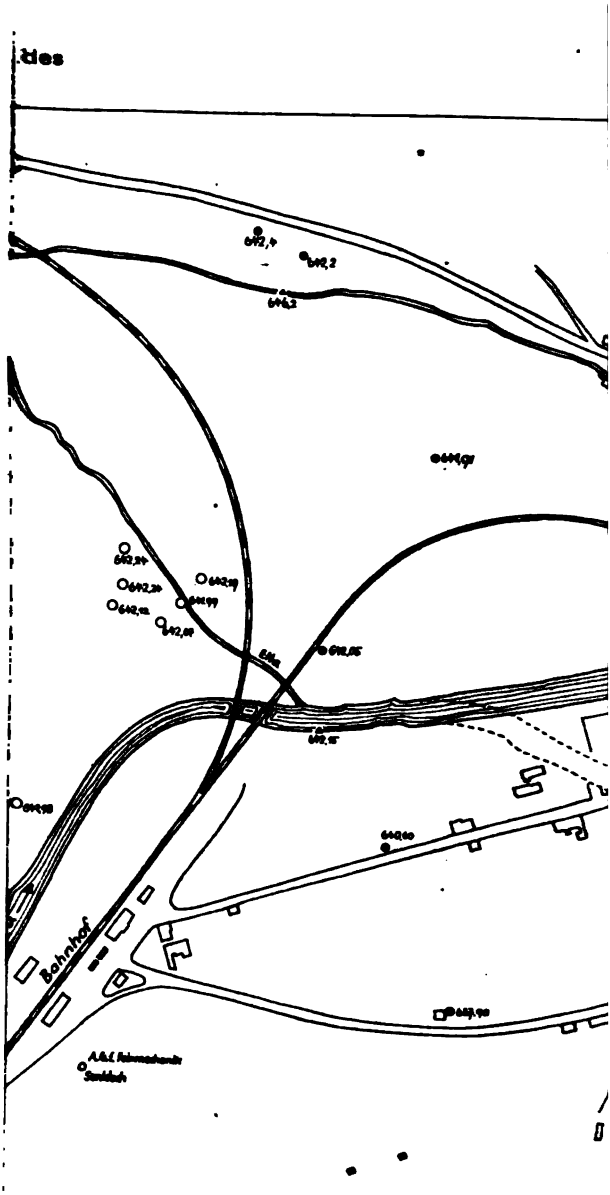
Abb. 15. Donautal bei Fridingen.
Am Gehänge γ'- und Zementmergelterrasse.

Aufnahme Dr. Hch 1911

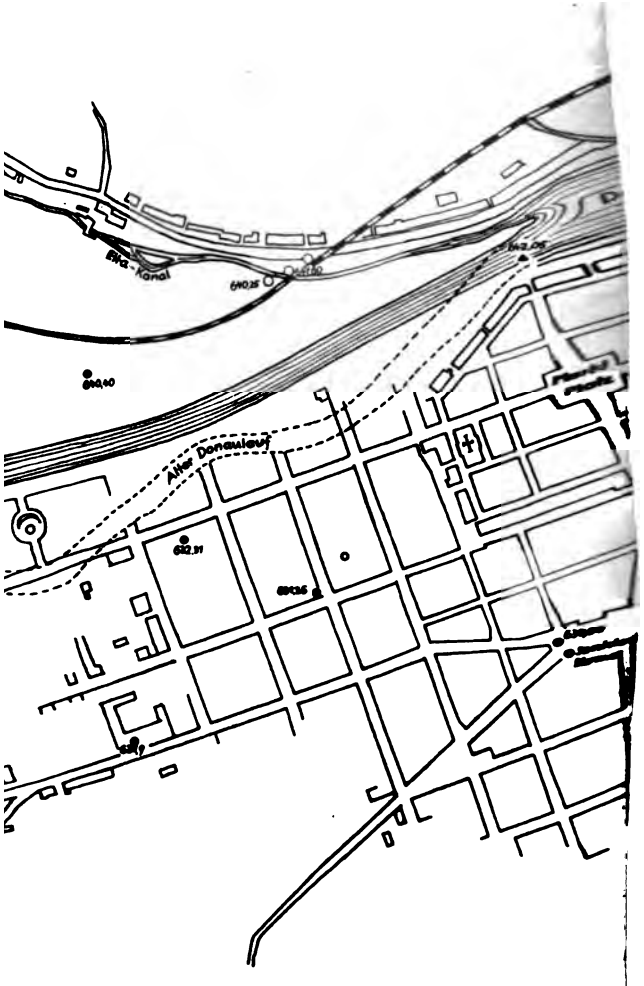
Abb. 16. Versinkungslöcher am Brühl.



Tafel V. Grundwasserverhältnisse in der Donauniederung unterhalb Tuttlingen.



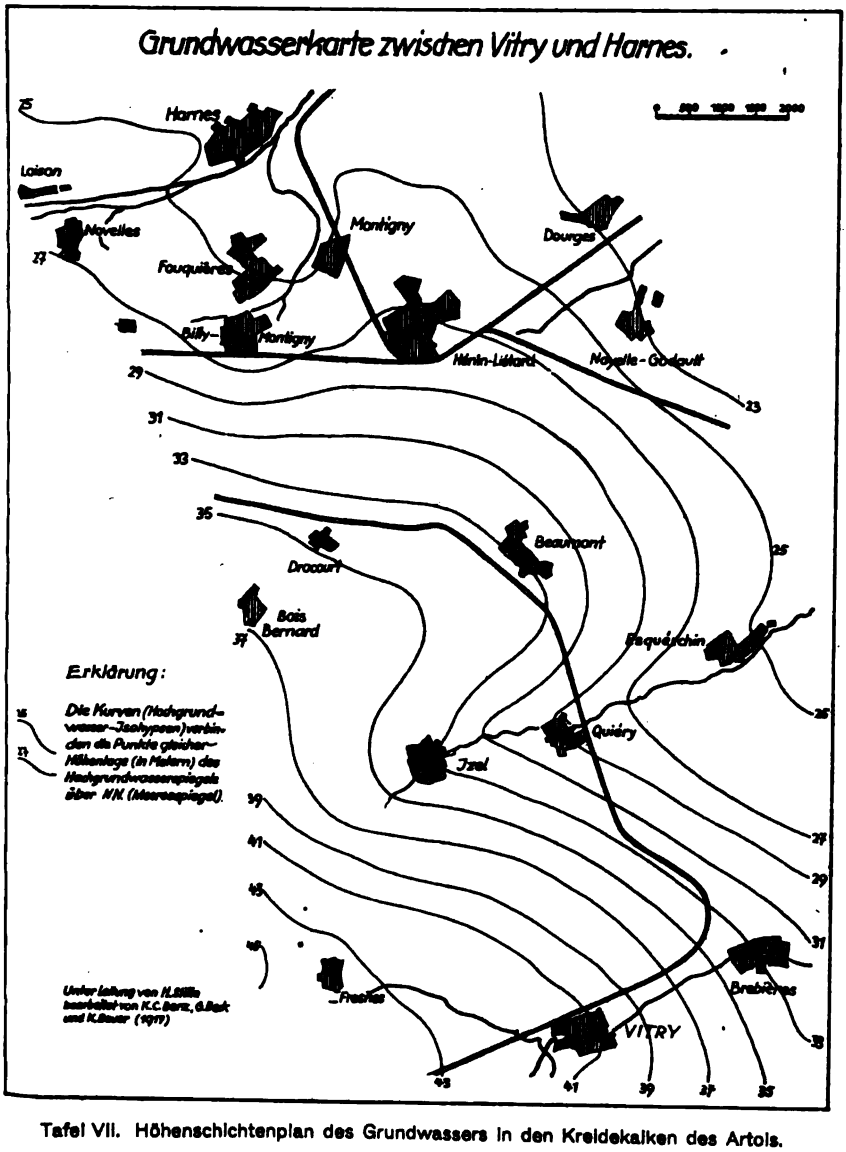
asserstands-Messungen in Tuttlingen.



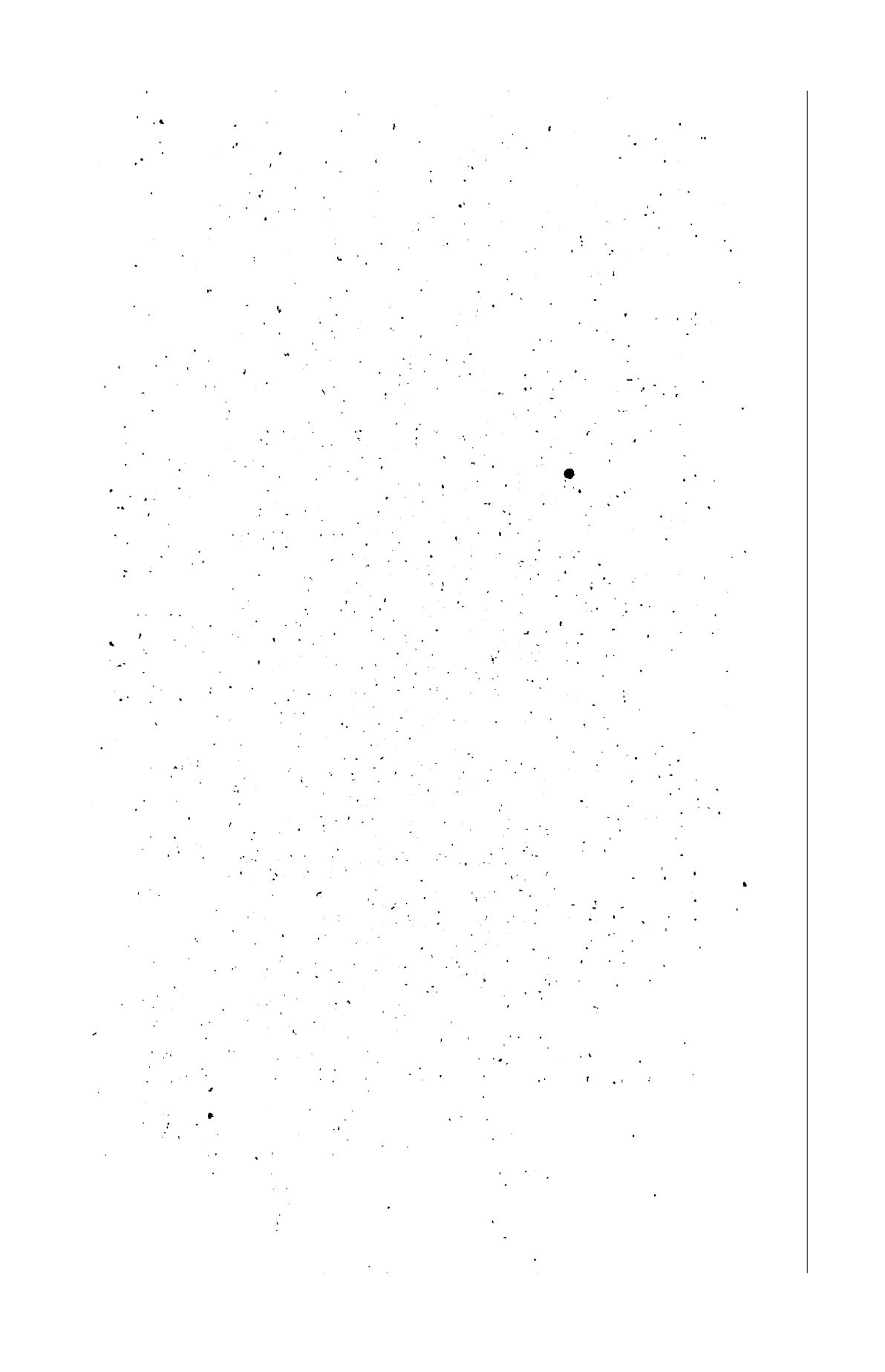
Grundwasser-Messungen vom März u. April 1928

" " " 24. Dezember 1907

Pegelstandszahlen " " " "



Tafel VII. Höhenschichtenplan des Grundwassers in den Kreidekalken des Artois.



Mitteilungen der

Geologischen Abteilung

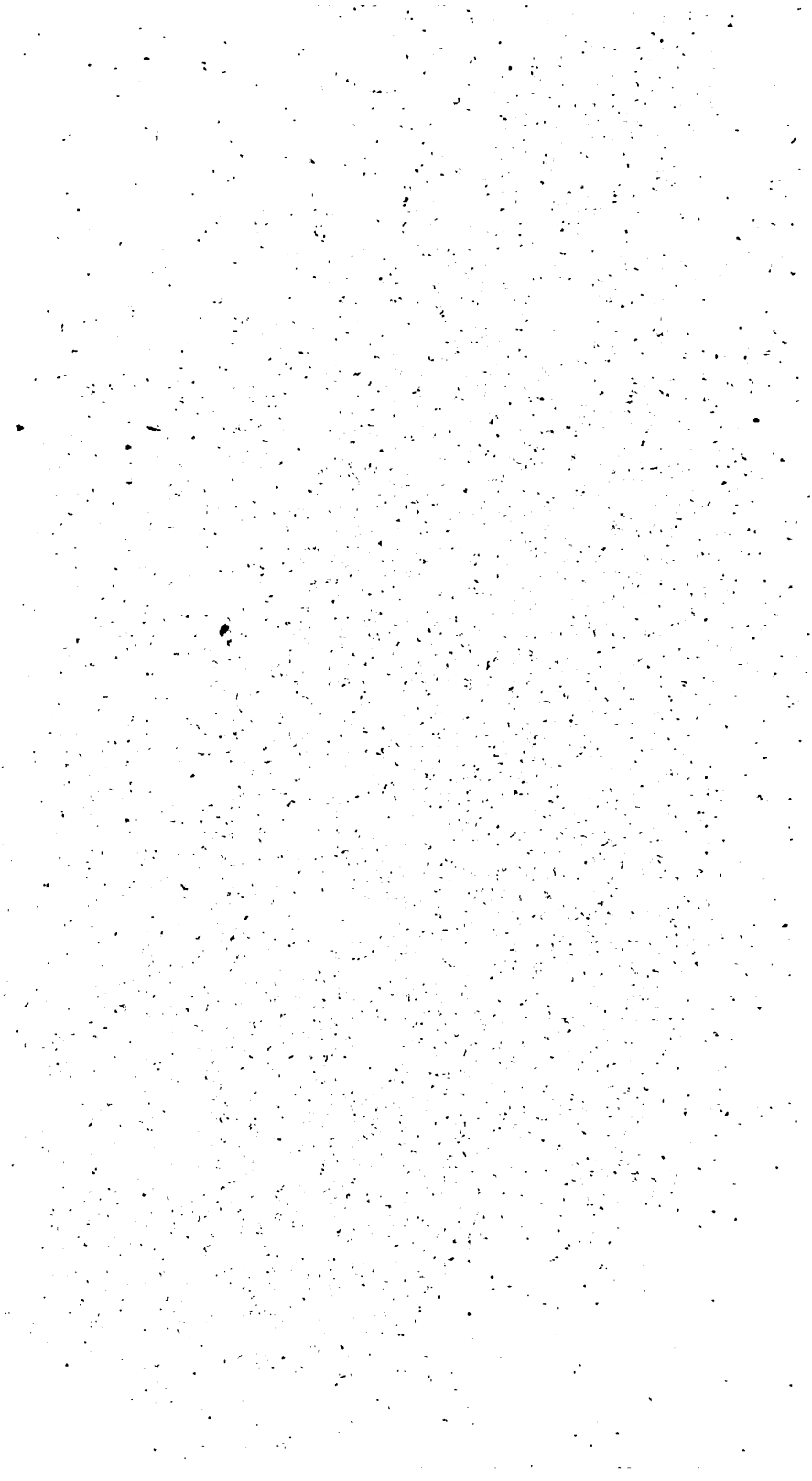
des Württ. Statistischen Landesamtes

Nr. 12

MANFRED FRANK:

Das stratigraphische Verhältnis zwischen Schilfsandstein und Dunklen Mergeln im mittleren Württemberg

Stuttgart
Druck von Ernst Klett (Carl Grüninger Nachf.)
1929



Mitteilungen der Geologischen Abteilung des Württ. Statistischen Landesamtes.
Nr. 12. 1929.

Das stratigraphische Verhältnis zwischen Schilfsandstein und Dunklen Mergeln im mittleren Württemberg.

Von **Manfred Frank.**

Mehr und mehr hat sich die stratigraphische Forschungsrichtung innerhalb der Geologie in den letzten Jahrzehnten losgelöst von dem ursprünglichen Ziel der Gliederung der Formationskomplexe und sich dem modernen Problem der bildungsgeschichtlichen Deutung zugewandt. Die stratigraphische Gliederung wird darum allerdings nicht verdrängt, sondern vielmehr gefördert. Man versucht heute, die Schichtkomplexe in alle Einzelheiten genau zu gliedern; doch ist diese Zerlegung nicht mehr Endzweck, sondern nur mehr Mittel zur bildungsgeschichtlichen Erkenntnis. Mit dieser Verschiebung des Problems hat sich auch die Untersuchungsmethodik verändert. Während man früher Grenzen festzustellen suchte, um starre Schemata aufstellen zu können, will man heute gerade die Übergänge der einzelnen Ausbildungsweisen herausschälen. Auf diesem Wege hat sich ergeben, daß vieles, was wir früher als stratigraphische Grenzen zu betrachten gewöhnt waren, in Tat und Wahrheit Faziescharakter trägt, und erneut suchen wir wieder nach Horizontgrenzen, nach Leithorizonten, für das stratigraphische Gerüst, das uns neben dem Fossilinhalt die Unterlage für die genetische Deutung der Sedimente abgeben soll.

Besonders schwierig war die Erkenntnis der Stratigraphie von jeher im germanischen Keuper, da der horizontale Fazieswechsel sich hier besonders weitgehend und sehr rasch vollzieht. Gleichzeitig herrscht eine außerordentliche Fossilarmut, ja oft fehlen Fossilien vollkommen. Im Anschluß an die bahnbrechenden Arbeiten von THÜRACH haben diese Schwierigkeiten die mehrfachen Arbeiten von R. LANG und dann die Untersuchungen von PFEIFFER, SILBER, VOLLRATH beleuchtet. Leithorizonte ließen sich nur in beschränkter Anzahl auffinden und auch die erkannten ließen sich meist nur über kurze Strecken mit Sicherheit verfolgen. Insbesondere ergab sich, daß die Sandsteinhorizonte (z. B. Kieselsandstein, Stubensandstein) reine Faziesbildungen waren, die

horizontal, allerdings mit gewissen Gesetzmäßigkeiten, in andersartige, gleichzeitig entstandene Sedimente übergingen, und zwar oft über ganz kurze Entfernungen. THÜRACH hat die stratigraphische Äquivalenz von Heldburgstufe und unterem Burgsandstein erkannt und damit den Nachweis des Übergangs von Sandsteine in Mergel und Steinmergel erbracht. In der Folgezeit stellte LANG den Übergang von Kieselsandsteinfazies in Stubensandsteinfazies fest. VOLLRATH und neuerdings STOLL sind diesen Faziesübergängen im süddeutschen mittleren und oberen Keuper und FRANK im süddeutschen Gipskeuper in allen Einzelheiten nachgegangen und haben die Gesetzmäßigkeiten dieser verschiedenen Fazieswechsel aufgezeigt. Die Grenzen der einzelnen Stufen des süddeutschen Keupers erwiesen sich durchweg als Faziesgrenzen. So ist die Grenze Knollenmergel gegen Stubensandstein (des mittleren Württembergs) eine Faziesgrenze. Gegen Osten steigt sie in immer höhere Horizonte und in der Oberpfalz reicht die Stubensandsteinfazies sogar bis in den mittleren Lias herein, der dort z. T., wie Knollenmergel, Rät und unterer Lias, die kontinentale Stubensandsteinfazies aufzeigt (FRANK). In ähnlicher Weise werden die oberen bunten und z. T. die unteren bunten Mergel des mittleren Württembergs gegen Osten durch Sandsteine verdrängt. Sämtliche Grenzen zwischen Mergeln und Sandsteinen innerhalb des mittleren und oberen Keupers stellen sich also als reine Faziesgrenzen heraus, sowie wir sie über weitere Gebiete hinweg verfolgen, und dadurch wird das stratigraphische Schema verwirrt. Selbst für die Grenze Schilfsandstein—Dunkle Mergel hat R. LANG durch seine Untersuchungen zwischen Südwürttemberg und der Nordschweiz Fazescharakter nachgewiesen, da die Grenze Mergel—Sandstein gegen Süden in immer tiefere Horizonte wandert. Für das relativ beschränkte Gebiet des mittleren Württembergs dagegen galt die Obergrenze des Schilfsandsteins bisher als stratigraphische, und besonders für den kartierenden Geologen als absolut verläßlich. Allerdings waren sich die speziellen Kenner dieser Schichten darüber vollkommen einig, daß die Grenzziehung Dunkle Mergel—Schilfsandstein im einzelnen Fall oft äußerst schwierig ist (LANG, FINCKH), besonders „wenn in den oberen Lagen des letzteren tonig-mergelige Schichten zwischen den Sandsteinen oder Sandschiefern sich einstellen, so am Kriegsberg bei Stuttgart" (LANG). Im allgemeinen wird eben die Obergrenze immer dort gezogen, wo zum letztenmal mächtigere Sandsteinbänke vom Charakter des Schilfsandsteins auftreten. Das zwischen dieser Lage und den typischen „Roten Mergeln" liegende Schichtpaket wird als

Horizont der Dunklen Mergel

ausgeschieden. Sie bestehen im mittleren Württemberg aus meist düsteren, rotvioletten, grauen und grünen Mergeln mit gelegentlichen Einlagerungen gelber Tone. Dünne Steinmergel sind den Mergeln zwischengeschaltet. VOLLRATH beobachtete in einem solchen Steinmergel bei Winnenden neben Holzresten *Myacites compressus*, *Mytilus* spez. und *Anoplophora* spez. Auch A. FINCKH konnte aus einem Steinmergel 2—3 m unter der oberen Grenze des Schichtkomplexes zwischen Kochenhof und Weißenhof bei Stuttgart kleine schlecht erhaltene Schnecken und mehrere Exemplare von *Trigonodus keuperinus* BERG. nachweisen. An der oberen Grenze der Dunklen Mergel tritt im Stuttgarter Gebiet eine sehr charakteristische Lage auf, die schon von FINCKH und LANG eingehend beschrieben wurde. Es ist ein heller weißlich-grüner Zellenmergel oder eine Mergelbreccie. Zusammen mit dieser Grenzbank finden sich eigenartige Knollen eines feinkörnigen Sandsteins, der durch seine zellige, drusige Beschaffenheit außerordentlich an den Freihunger Sandstein erinnert, wie ich ihn aus dem mittelfränkischen Gebiet kenne, wo er allerdings sehr viel mächtiger (4 m im Gebiet von Dinkelsbühl) und auch grobkörniger ausgebildet ist. LANG und VOLLRATH befürworten ebenfalls eine derartige Parallelisierung, doch fehlt zum sicheren Vergleich m. E. bisher noch eine durchgehende Verfolgung des Schilfsandsteins.

Über dem eben besprochenen Zellenmergel folgen im Stuttgarter Gebiet noch ca. 50 cm mattgrüne und rotviolette Mergel vom Charakter der Dunklen Mergel oder aber setzt sofort die Fazies der „Roten Mergel" ein. Nach der Fazies allein kann daher die Obergrenze der Dunklen Mergel kaum gezogen werden. Ich komme daher zum selben Resultat wie FINCKH, wonach als obere Grenzbank der „Dunklen Mergel" der besprochene Zellenmergel zu gelten hat.

Die Obergrenze der Dunklen Mergel liegt demnach ziemlich klar. Wesentlich schwieriger gestalten sich die Verhältnisse beim Versuch einer Festlegung der Untergrenze, d. h. der Obergrenze des Schilfsandsteins. Im allgemeinen wird die Grenze mit dem Verschwinden der Sandsteine gezogen. Nun zeigt sich aber bei genauem schrittweisen Verfolgen dieser Grenze, daß sie keine stratigraphische, sondern eine Faziesgrenze darstellt. Leider ist eine solche Verfolgung im allgemeinen gar nicht möglich, weil es an günstigen nahe beieinanderliegenden Aufschlüssen fehlt. Darauf ist es wohl auch zurückzuführen, daß die Faziesnatur der Schilfsandsteinobergrenze so spät erst erkannt wird.

Gehen wir bei unserer Besprechung von dem von R. LANG gegebenen Profil der Roten Wand (bei der Heinestraße) in Stuttgart aus. Nach LANG folgen dort unter den Lehrbergschichten:

20—21 m Rote Mergel:
- 1,3 m rote und grünliche, z. T. schiefrige Mergel.
- 0,2 „ oben weißlichgraue, weiche, zellige Steinmergelbank mit roten Mergeln, unten weißliche Steinmergellinsen.
- 0,75 „ rote Mergel.
- 0,05 „ rote oder graue sandige, weiche Steinmergel.
- 1,4 „ rote Mergel und Lettenschiefer.
- 17 „ rote, mehr oder weniger sandige Mergel mit grünen Bändern und Adern und vereinzelten dünnen, weichen Steinmergellagen.

4,5 m Dunkle Mergel:
- 0,03 m graue Steinmergelbank.
- 0,45 „ sehr fein gebänderte, grünliche, dunkellila und weißliche Tone.
- 0,2 „ dunkellila Sandschiefer.
- 0,3 „ grünlicher, feingeschichteter, toniger Sandstein zwischen grünen und dunkellila Mergelschiefern.
- 0,45 „ braune, feine Mergel.
- 0,08 „ brauner, sandiger Letten.
- 0,12 „ blaubrauner, feiner Mergel.
- 0,02—0,06 „ grünlicher bis dunkelblauer, mergeliger Sandstein.
- 0,15 „ tiefviolettblauer, feiner Mergel.
- 0,01—0,03 „ grünlicher bis gelblicher, sandiger Lettenschiefer.
- 0,08 „ brauner Mergel.
- 0,08 „ braune, feine Mergel.
- 0,2 „ dunkelviolettgrüner, dolomitischer oder sandiger Mergel.
- 0,7 „ oben wenig graublaue und grünlichgelbe, dann rotbraune, stark sandige Mergel und Lettenschiefer mit vielen grünen Tupfen.
- 1,65 „ grünlich- und dunkelviolettgesprenkelte Mergel.

3 m Schilfsandstein:
- 3 m rotbrauner, toniger Lettenschiefer, dann braungrauer bis grünlicher, toniger Sandstein mit roten Flecken. Liegendes nicht erschlossen.

Nun ist leider dieses Profil heute nicht mehr aufgeschlossen, dagegen sind an der benachbarten Uhlandshöhe auch heute noch die Dunklen Mergel und der darunter folgende obere Schilfsandstein erschlossen. Es folgen dort unter typischen „Roten Mergeln“:

6,3 m Dunkle Mergel:
- 0,25—0,30 m helle, zellige Mergelbreccie.
- 0,75 „ rote und rotbraune Mergelschiefer, schwach glimmerig, zuoberst zellig-drusige, feinkörnige mergelige Sandstein-

knollen, gelegentlich zu einem Bänkchen zusammengeschlossen, gelegentlich völlig aussetzend.

0,35 m oben rotviolette und rotbraune, verfestigte, sandig-glimmerige Mergelschiefer; unten helle, graugrüne Mergelschiefer.

0,06 „ grauer Steinmergel.

0,35 „ violettrote und bunte, etwas glimmerige Mergelschiefer.

0,25—0,30 „ feinsandige, glimmerige, gelegentlich zu Platten verfestigte Mergelschiefer.

0,15 „ rotviolette, glimmerige Mergelschiefer.

0,90 „ feinsandige und glimmerige Mergel- und Sandschiefer mit einzelnen verfestigten Sandsteinlagen.

0,65 „ rotbraune Mergelschiefer.

0,06 „ feinkörniger, glimmeriger Sandstein.

0,13 „ blauvioletter Mergelschiefer.

0,01—0,02 „ Mergelbreccie.

0,65 „ dünnschichtige, feinkörnige, glimmerige Sandsteine, horizontal in violettrote Mergel- und Sandschiefer übergehend.

0,7 „ kompakter, feinkörniger, glimmeriger Sandstein, horizontal in Sandplatten, dann in Sandmergel übergehend.

0,3 „ dünnschichtige, grüne Mergelschiefer.

0,3 „ feinkörnige, glimmerige Sandschiefer.

1,3 „ grünlich und violettrot gefleckte Mergelschiefer mit Sandschieferzwischenlagen.

3,3 m Schilfsandstein:

0,3 m feinkörnig-glimmerige Sandschiefer und plattige Sandsteine.

3 „ teils bankige, teils plattige und schiefrige feinkörnige, glimmerige Sandsteine. Liegendes nicht erschlossen.

Diese beiden hier gegebenen Profile können allenfalls ca. 1 km voneinander entfernt sein. In den Grundzügen stimmt die Schichtenfolge auch noch vollkommen überein. Bemerkenswert sind jedoch die bedeutenderen Sandbeimengungen, das Auftreten kompakter Sandsteine noch über dem eigentlichen Schilfsandstein, schon in den Dunklen Mergeln LANG's im Profil an der Uhlandshöhe. Sehr leicht läßt sich mit diesem Profil das folgende vergleichen:

Profil: Obere Birkenwaldstraße am Ostabhang der Feuerbacher Heide, Stuttgart.

8,5 m Rote Mergel:

8 m rote Mergel mit einzelnen helleren grünlichgrauen Lagen.

0,5 „ mattgrüne und rotviolette Mergel.

6,6—7,8 „ Dunkle Mergel:

0,8 m Mergelbreccie aus roten, grünen, grauen, z. T. etwas sandigen Mergeln, gegen unten mergelige, zellig-drusige, feinkörnige Sandsteinknollen oder Sandsteinbänkchen.

0,8 m oben graugrüne, dann rotviolette und blaugraugrüne Mergel mit seltenen, feinkörnigen, glimmerigen Sandplättchen.
0,6 „ rotbraune und violette Mergel.
0,05—0,08 „ grauer Steinmergel.
0,3—0,9 „ bunte, grüne und rote glimmerige Mergel- und Sandschiefer.
0,6—0,9 „ feinkörnige, glimmerige Sandsteine.
0,8—1,1 „ zuoberst grüne, gegen unten rotviolette glimmerige Mergel- und Sandschiefer.
0,15 „ feinkörniger, glimmeriger Sandstein, in Sandschiefer übergehend.
1 „ violettrote, glimmerige Sandschiefer mit einzelnen Sandsteinbänkchen, gegen unten übergehend in
0,7 „ zuoberst plattige, unten bankige, feinkörnige, glimmerige Sandsteine.
1,8 „ violettrote und grünliche, glimmerige Mergel- und Sandschiefer, mit einzelnen Sandsteinbänkchen; letztere gegen unten häufiger werdend und übergehend in

15,0 m Schilfsandstein:

1 m feinkörnige, glimmerige Sandsteinplatten mit Sandschieferzwischenlagen, welche seitlich durch Sandsteine ersetzt werden können, gegen unten allmählich übergehend in
2 „ feinkörnige, glimmerige Sandsteine, z. T. mit Sandschieferzwischenlagen.
0—0,6 „ feinkörnige, glimmerige Sandschiefer, gegen oben ohne scharfe Grenze, gegen das Liegende dagegen diskordant und mit scharf ausgeprägter Grenze absetzend. Ist dagegen der Komplex ausgekeilt, so läßt sich die Diskordanz und damit die Grenze nicht mehr weit im Aufschluß verfolgen.
3—3,5 „ kompakte, feinkörnige, glimmerige Sandsteine.
ca. 2 „ grünliche, feinkörnige, glimmerige Sandschiefer und plattige Sandsteine.
0,9 „ teils kompakter, grünlicher, feinkörniger, glimmeriger Sandstein, teils mehr plattig abgesondert, teilweise mächtiger werdend und das Hangende und Liegende z. T. ersetzend oder in Sandplatten und Sandschiefer gehend.
1 „ dünnplattige, grünliche, feinkörnige, glimmerige Sandsteine und Sandschiefer.
4 „ dickbankige, feinkörnige, glimmerige Sandsteine.

R. Lang gibt 1909 ein Profil eines Werksteinbruches auf der östlichen Seite des Kriegsberges. Es handelt sich dabei um denselben Aufschluß, dessen Schichtenfolge oben gegeben wurde. Lang beobachtete:

Rote Mergel:
ca. 12 m rote Mergel mit wenigen grünlichen Lagen.
0,55 „ mattgrüne und dunkelviolette Mergel.
0,3 „ Breccie aus hochrotem, grünem und dunkelblauem Ton.
0,1 „ violettrot und grün feingebänderter Ton.

ca. 2 m Dunkle Mergel:
0,06 m graubrauner Sandstein.
0,15 „ grünlicher Ton.
0,2 „ gelblichgrüner Mergel.
0,75 „ braunrote Mergel mit vereinzelten blaugrünen Schmitzen.
0,10 „ mattgrünes, tonigsandiges Mergelkonglomerat.
0,4 „ lila, dunkelgrüne und braunrote, tonige Mergelbänder.
0,1 „ gelbe Dolomitbank.
0,3 „ grüne und dunkelviolette, sandige Mergelschiefer.
25 m Schilfsandstein.

R. Lang hat demnach in wesentlich anderer Weise wie Verf. die Aufschlüsse Rote Wand und Feuerbacher Heide verbunden. Bestimmend für die Parallelisierung Lang's war das Auftreten von kompakten schilfsandsteinartigen Bänken ca. 2 m unter den Roten Mergeln. Wir hätten nach der Lang'schen Verbindungsweise eine Reduktion der Dunklen Mergel von der Roten Wand gegen Norden von ca. 4,5 m auf 2 m, während andererseits doch gegen den Stromberg die Dunklen Mergel mächtiger werden, da sie dort bis zu 8 m Mächtigkeit erreichen.

Richtiger scheint mir die in Fig. 1 [p. 9 Maßstab ca. 1 : 200] zum Ausdruck gebrachte Parallelisierung. Schon in Lang's Profil der Roten Wand erscheinen im Bereich der Dunklen Mergel einzelne Sandsteinbänkchen oder Sandmergel. Mehr noch tritt der Sandgehalt in dem von mir aufgenommenen Profil an der Uhlandshöhe in Erscheinung und im Profil an der Birkenwaldstraße haben sich die Sandsteinkomplexe in den Dunklen Mergeln noch mehr zusammengeschlossen.

Betrachten wir nun noch die folgenden Profile vom Kochenhof und vom Killesberg.

Profil: Kochenhof (westlicher Teil).

— m Rote Mergel.
8,64 „ Dunkle Mergel:
0,4 m hell gefärbte Mergel- und Sandsteinbreccie.
ca. 1,8 „ grünliche und violettrote Mergel mit wenigen sandigen Plättchen, besonders im unteren Teil.
0,04 „ grauer Steinmergel.
0,5 „ Mergel- und feinkörnige, glimmerige Sandschiefer.
0,4 „ feinkörnige, plattige, glimmerige Sandsteine.
0,1 „ rote, glimmerige Mergelschiefer.
0,1 „ grüner, harter, feinkörniger, glimmeriger Sandstein (*a*).

1,8 m oben blaugraue, gegen unten rotviolette, glimmerige Mergel- und Sandschiefer.
0,2 „ feinkörnige, glimmerige Sandsteine, in Sandschiefer übergehend.
0,4 „ feinkörnige, glimmerige Sandschiefer.
0,4 „ feinkörnige, glimmerige Sandsteine, in Sandschiefer übergehend.
2,5 „ violettrote, glimmerige Mergel- und Sandschiefer. Die sandigen Einlagerungen werden gegen unten häufiger.

— m Schilfsandstein
1,6 m feinkörnige, glimmerige Sandschiefer mit Sandsteinbänkchen, übergehend in
1,1 „ feinkörnige, glimmerige Sandsteinplatten mit Sandschieferzwischenlagen.
2,7 „ feinkörnige, glimmerige Sandschiefer und Sandplatten (β).
4 „ kompakter, feinkörniger, glimmeriger Sandstein.

ca. 20 m weiter östlich hat sich das Bild schon wieder geändert. Wir beobachten:

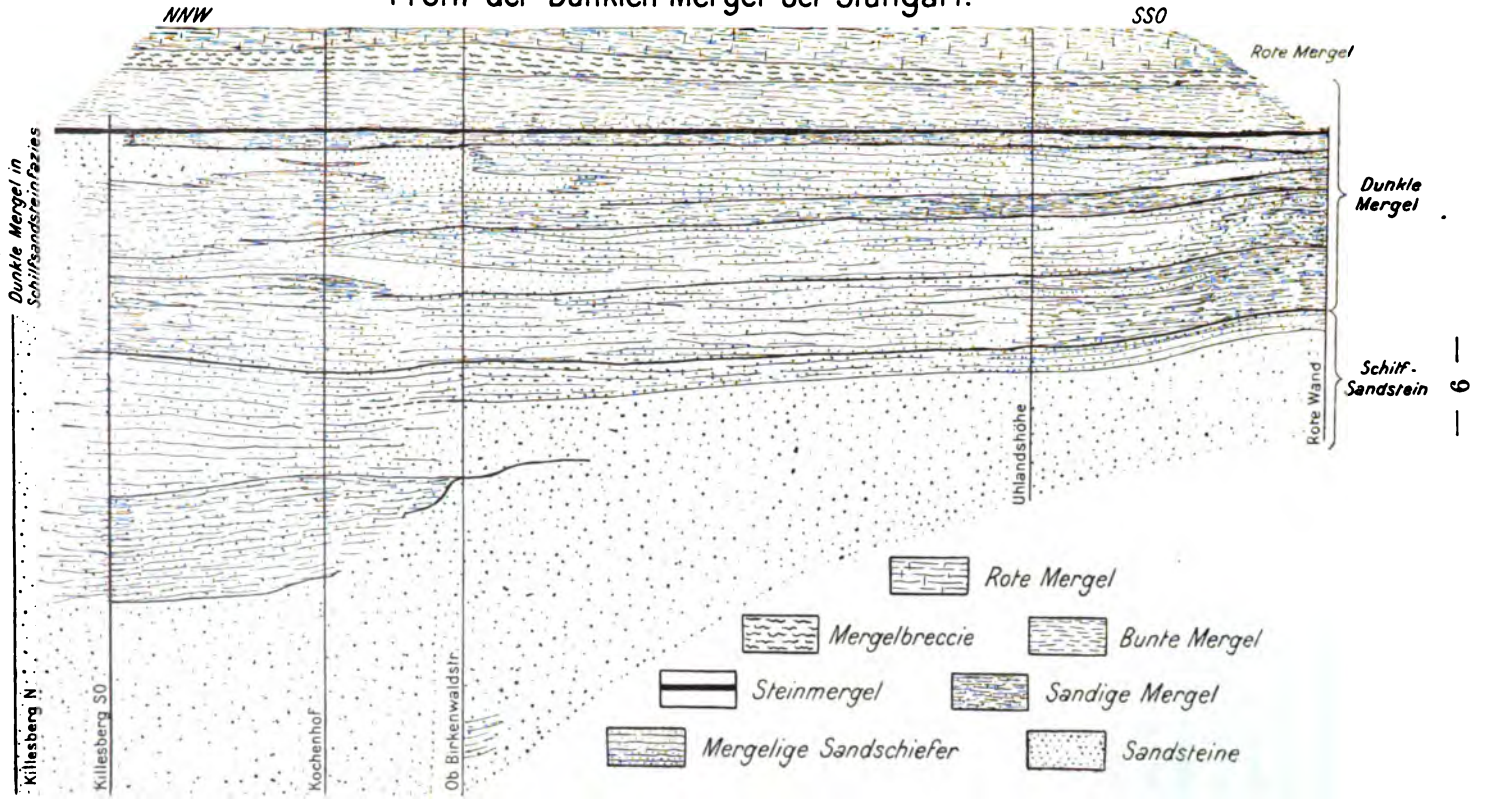
Bank *a* wie vorher.
5,6 m oben blaugraue gegen unten rotviolette und grüne Mergel- und glimmerige Sandschiefer mit einzelnen Sandsteinbänkchen; gegen unten allmählich diskordante Lagerung.
3,1 „ diskordant geschichtete und teilweise auskeilende, feinkörnige, glimmerige Sandsteine und Sandschiefer; untere Lagen lagern noch normal über dem Liegenden.
Bank β wie vorher.

Profil: Killesberg, Ostabhang.

6,42 m Dunkle Mergel:
0,6 m violette und rotbraune Mergelschiefer mit wenigen sandig-glimmerigen Plättchen, besonders unten.
0,12 „ grauer Steinmergel.
1,2 „ feinkörnige, glimmerige, plattige Sandsteine, im oberen Teil teilweise in Sandschiefer übergehend (besonders deutlich gegen S).
2 „ oben blaugraue, dann rotviolette, feinkörnige, glimmerige Sand- und Mergelschiefer mit dünnen Sandsteinbänckchen.
0,5 „ feinkörnige, glimmerige Sandsteine mit Sandschieferzwischenlagen.
2 „ rotviolette, feinkörnige, glimmerige Sand- und Mergelschiefer mit einzelnen helleren Lagen, gegen unten übergehend in

14,6 m Schilfsandstein:
2,3 m rotviolette, feinkörnige, glimmerige Sandschiefer mit Sandsteinbänkchen, übergehend in
1,5 „ plattige, feinkörnige, glimmerige Sandsteinbänke mit Sandschieferzwischenlagen.
2,8 „ feinkörnige, glimmerige Sandschiefer mit Sandsteinplatten.
8 „ feinkörnige, glimmerige kompakte Sandsteine.

Profil der Dunklen Mergel bei Stuttgart.



Verfolgen wir in dem weitausgedehnten Aufschluß am Killesberg die einzelnen Schichten von Süden nach Norden bis zum Nordabhang des Killesbergs (bis zum Schwarzenhof), so zeigt sich, daß die Fazies des kompakten Schilfsandsteins höher steigt, sogar bis in die Dunklen Mergel hinein. Wie hoch sie dort reicht, kann leider nicht entschieden werden, da wir keine Leithorizonte im Schilfsandstein besitzen und höhere Schichten nicht mehr aufgeschlossen sind. Im Profil beim Schwarzenhof selbst ist dagegen wieder der Übergang der oberen Sandsteinkomplexe in Sand und Mergelschiefer gegen Süden zu erkennen.

Die Profilvergleichung (Fig. 1) ergibt, daß vom Gebiet der Roten Wand gegen NNW die Schilfsandsteinfazies allmählich in die Dunklen Mergel hereinrückt. Eine stratigraphische Grenzführung zwischen Schilfsandstein und unteren bunten Mergeln kann daher, selbst über verhältnismäßig kurze Entfernungen in den meisten Fällen nicht genau sein, da man meist nicht so günstige Aufschlußverhältnisse vorfinden wird wie im vorliegenden Fall. Unter keinen Umständen aber ist die Grenze „Schilfsandsteinfazies" gegen „Dunkle Mergelfazies" im mittleren Württemberg als stratigraphische Grenze zu betrachten, sondern es handelt sich hier um eine Faziesgrenze. **Schilfsandstein (oberer Teil) und Dunkle Mergel (zumindest in ihrem unteren Teil) stellen demnach im mittleren Württemberg nichts anderes als verschiedene Faziesentwicklungen desselben zeitlichen Horizontes dar.** Für die Kartierung ist diese Erkenntnis deshalb von einiger Bedeutung, weil wir besonders bei tektonischen Überlegungen gewöhnt sind, uns auf die „verläßliche" Schilfsandsteinobergrenze zu beziehen. Ich hoffe mit Vorstehendem gezeigt zu haben, daß diese Grenze mit Vorsicht zu gebrauchen ist.

Die Erscheinung der „faziellen Vertretung" von Schilfsandstein und Dunkle Mergel ist auch der Grund für die verschiedene stratigraphische Eingliederung von Schichten zwischen Schilfsandstein und Roten Mergeln. Die Dunklen Mergel am Kappelberg bei Fellbach wurden z. B. 1925 von Vollrath nach dem Vorgange von Pfeiffer nach ihrer schilfsandsteinartigen Ausbildung dem Schilfsandstein zugerechnet, der damit 2 m Mächtigkeit, also Normalfazies, zeigte. 1928 dagegen betrachtet derselbe Autor nurmehr die unteren 30 cm Sandstein als Vertreter des Schilfsandsteins in Normalfazies, während er die höheren 1,7 m sandige Mergel und Sandsteine als Äquivalent der Dunklen Mergel anderwärts auffaßt. Zum Vergleich mit den bisher besprochenen Profilen will ich noch einige andere anführen, ohne aber die exakte

Verbindung zu versuchen. Sicher scheint mir nur der Zellenmergel an der Grenze von Dunklen Mergeln und Roten Mergeln als stratigraphischer Horizont brauchbar zu sein. Ferner reicht die Schilfsandsteinfazies in allen Profilen in die Dunklen Mergel herein.

Profil: Im unteren Teil des Krummenbachtales (Glemstal, Eltingen).

3 m Rote Mergel:
- 3 m rotbraune Mergelschiefer mit einzelnen helleren Mergellagen; untere 70 cm dünnschichtiger und violetter gefärbt.

— „ Dunkle Mergel, zu unterst wohl schon Schilfsandstein:
- 0,2 m graugrüne Mergelbreccie, darüber sandige, knorrige, drusige Steinmergelknollen.
- 1 „ rotbraune Mergelschiefer mit roten, zelligen, schwach sandigen Steinmergelknollen, gegen oben mit hellen Steinmergellagen.
- 0,3 „ graugrüne Mergel, etwa in der Mitte verfestigte Steinmergelpartie.
- ca. 2,2 „ grünliche, blaugraue und rotviolette Mergelschiefer mit sandigen Mergelbreccieneinlagerungen; 0,35 m unter der Obergrenze glimmerige Sandschiefer.
- 2 „ feinkörnige, glimmerige, plattige und bankige Sandsteine mit Sandmergelzwischenlagen, gegen oben letztere vorherrschend. Der gesamte Komplex geht horizontal in kompakte Sandsteine über.
- 1,6 „ feinkörnige, glimmerige, bankige Sandsteine.

Die Südwestwand desselben Aufschlusses zeigt:

1 m Rote Mergel.

— „ Dunkle Mergel, unten wohl schon Schilfsandstein:
- 1,5—1,8 m helle Mergelbreccie.
- 0,2 „ hellgelbgrünes, verfestigtes Mergelband.
- 0,2 „ blaugrüne, blätterige Mergel.
- 0,6 „ rotviolette Mergelschiefer.
- 3,4 „ glimmerige Sandschiefer mit feinkörnigen Sandsteinen, z. T. bankig, teilweise horizontal in Sandplatten übergehend.
- 4 „ oben plattige, z. T. schiefrige Sandsteine, gegen unten bankig werdend.

ca. 1 km weiter oben im Krummenbachtal stehen folgende Schichten an:

— m Rote Mergel.

— „ Dunkle Mergel:
- 0,5 m helle Mergelbreccie.
- 0,1 „ olivgrünes bis gelbgrünes Mergelband.
- ca. 0,2 „ blaugrüne Mergelschiefer.
- 0,6 „ violettrote Mergelschiefer.
- 0,2 „ feinkörnige Sandsteine.
- 0,25 „ Mergelschiefer.
- 0,7—0,8 „ feinkörnige Sandsteine.
- 0,45 „ glimmerige Sandschiefer.
- 0,65 „ feinkörnige Sandsteine, in Sandschiefer übergehend.

1 m grünliche, violett gefleckte, sandig-glimmerige, feinschichtige Mergelschiefer.
1,6 „ Sandschiefer und Sandplatten; im unteren Teil in Sandschiefer übergehend.
0,45 „ Sandschiefer.
0,6 „ Sandstein; darunter Sandplatten und Sandschiefer, endlich kompakte Sandsteine.

Profil: Ziegelei Hedelfingen (rechts an der Straße nach Ruit und hinter der Ziegelei).

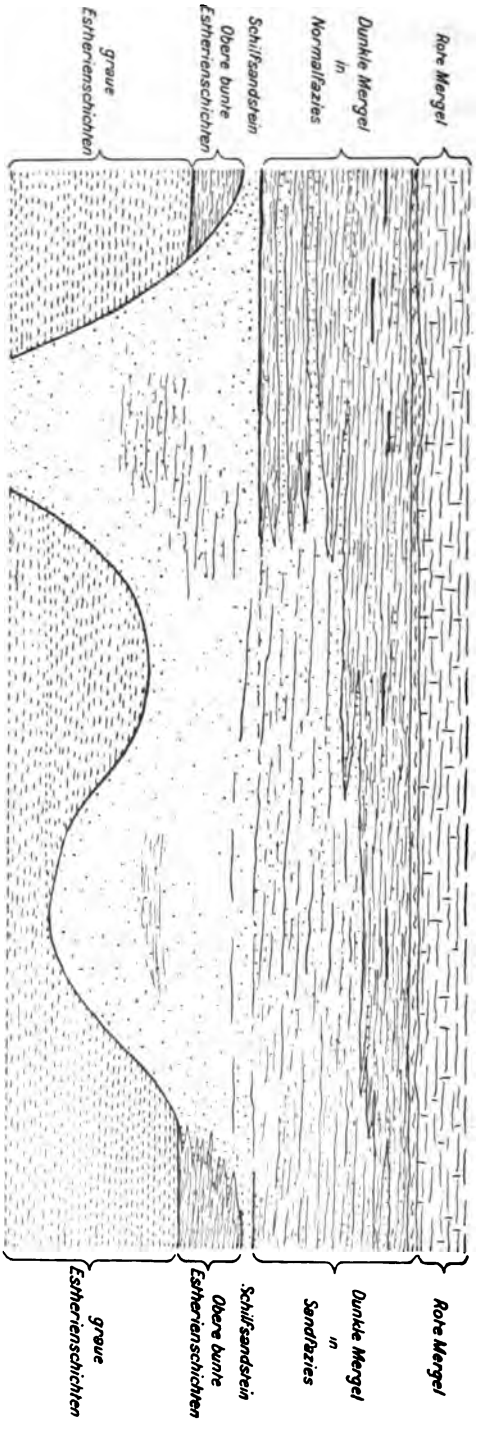
4 m Rote Mergel:
4 m rote Mergel mit einzelnen helleren Lagen.
13,62—14,62 „ Dunkle Mergel, gegen unten Schilfsandstein:
ca. 1 m helle, zellige Mergelbreccie, unmittelbar darüber rote, zellige, knollige, drusige Sandknollen.
0,4 „ blaugraue Mergelschiefer.
0,8 „ rotviolette Mergelschiefer.
0,2 „ blaugraue Mergelschiefer.
0,9 „ bunte Mergel und Sandschiefer mit Sandsteinplatten.
0,25 „ gelbgrüner, lockerer Sandstein.
1,4 „ rotviolette, glimmerige, sandige Mergelschiefer mit einzelnen Sandsteinbänkchen.
ca. 2 „ feinkörnige, glimmerige Sandsteine und Sandschiefer.
0,15 „ feinkörnige, glimmerige Sandschiefer.
0,6 „ feinkörnige, plattige Sandsteine, der obere Teil in Sandschiefer übergehend.
0,12 „ gelbgrüne und blaugrüne Mergel.
0,6 „ violettrote Mergelschiefer mit einzelnen Sandplattenzwischenlagen.
0,2 „ feinkörnige, glimmerige Sandplatten;
hinter der Ziegelei folgen weiter:
5—6 „ kompakte Schilfsandsteinbänke, darunter ohne sichtbare Diskordanz
1,4 m obere bunte Estherienschichten des Gipskeupers:
1,4 m graublaue, graugrüne und rotviolette Mergelschiefer mit Steinmergellagen.
3 „ graue Estherienschichten des Gipskeupers:
3 m graue Mergel und Steinmergel.

Wir erkennen aus diesen Profilen die wechselnde Beschaffenheit der Schichten des Schilfsandsteins und der Dunklen Mergel. Verständlich werden uns diese wechselnden Verhältnisse, wenn wir uns erinnern an

Die Bildungsweise des Schilfsandsteins und der Dunklen Mergel.

Während der Entstehung der Sedimente des Gipskeupers zeigte Süddeutschland noch ein morphologisch differenziertes Relief, was besonders aus dem Fazieswechsel und der verschiedenen Mächtigkeit

in den einzelnen Gebieten hervorgeht. Im Schilfsandstein haben wir dagegen weitgehend eingeebneten Sedimentationsraum, was aus der gleichartigen Beschaffenheit über weite Gebiete zu schließen ist. Die Korngröße bleibt vom Kraichgau bis zum mittleren Württemberg die gleiche. Von hier aus gegen Osten (Backnang, Gaildorf, Jagstheim) ist eine allmähliche Zunahme der Korngröße festzustellen. Aber einen eigentlichen Fazieswechsel beobachten wir erst von Ansbach gegen Osten und Südosten. Östlich Ansbach (Lichtenau, Wustendorf, Vestenberg, Bruckberg, Klein-Haßlach) zeigt der Schilfsandstein eine Ausbildung, wie sie der württembergische Stubensandstein aufweist. Die Art und die Verbreitung der Fazies zwingt mich in Übereinstimmung mit LANG, HENNIG und VOLLRATH, unseren Schilfsandstein als „Absatzprodukt träge dahinfließender Gewässer in einem weit ausgedehnten Deltagebiet" aufzufassen. Nun hat LANG gezeigt, daß vom mittleren Württemberg gegen Süden (Klettgau, Nordschweiz) die oberen Lagen des Schilfsandsteins mergelige Fazies aufzeigen, die Sandschüttung hört also dort früher auf als bei uns. Im mittleren Württemberg dagegen werden sogar die Dunklen Mergel teilweise durch Sandsteine ersetzt, wie ich es oben nachgewiesen habe. Weiter im Osten im mittelfränkischen Gebiet (teilweise) und im oberpfälzer Gebiet reicht die Sandsteinfazies allgemein in die Dunklen Mergel herein. „Dieses Wandern der Sandfazies zeigt uns somit zugleich ein Verschieben der Flüsse innerhalb des Deltagebietes von Süden nach Norden oder Nordosten an" (VOLLRATH). Im mittleren Württemberg, wo unsere Schichten eine Zwischenstellung zwischen bayrischer Fazies und Schweizer Ausbildung einnehmen, bilden sich nebeneinander Schilfsandstein und Dunkle Mergel. Zwischen den einzelnen Sandzungen bestehen kurzwährende Seeflächen, die durch äolische Staubanwehungen zugefüllt werden. Auf eine solche kurzwährende Zeit der Sedimentation mögen Perioden subaërischer Verwitterung folgen. Austrocknende Seeflächen hinterlassen graue Steinmergellagen. Diese wechselnden Sedimentationsverhältnisse zwischen den Sandzonen führen zur Bildung des unteren Teils der Dunklen Mergel Mittelwürttembergs. Gelegentliche Verschiebungen der Sandzufuhr geben Anlaß zur Ablagerung der Sandsteinbänke innerhalb der Dunklen Mergel. Besonders häufig werden solche sandigen Zwischenlagen natürlich im Grenzgebiet zwischen der Sandfazies und der Tonfazies zu beobachten sein, wie dies auch aus unserem Profil (Fig. 1) ersichtlich ist. Schematisch lassen sich die wechselnden Verhältnisse darstellen, wie es Fig. 2 [p. 14] aufzeigt. Ich habe dabei zur besseren Erfassung des Schilfsandsteins auch die liegenden Schichten des Gipskeupers mit zur Darstellung ge-



Schematisches Bild der Schichten zwischen Gipskeuper und Roten Mergeln in Mittelwürttemberg.

bracht. THÜRACH hat bekanntlich nachgewiesen, daß bei der Bildung des Schilfsandsteines in den Zonen der mächtigen Entwicklung, der Flutfazies die ursprünglich gebildeten Gipskeupersedimente z. T. wieder ausgeräumt wurden. Zeugnis davon gibt die diskordante Überlagerung der Gipsmergel durch Schilfsandstein, wenn letzterer mächtig entwickelt ist. Im Gegensatz zu den Ergebnissen THÜRACH's konnte aber Verf. nachweisen, daß die oberen bunten Estherienschichten und z. T. noch die grauen Estherienschichten des Gipskeupers fazielle Vertretungen des unteren Schilfsandsteins anderer Bereiche darstellen. Die Fazies des Schilfsandsteins hat demnach in einzelnen Gebieten früher eingesetzt als in anderen, wo die Bildung von Estherienschichten noch weiterging. Damit soll aber allerdings nicht behauptet werden, daß in allen Fällen der obere Teil der grauen Estherienschichten und die oberen bunten Estherienschichten faziell den unteren

Partien des Schilfsandsteins in Flutfazies entsprechen. Es bestehen beide Möglichkeiten, wie es Verf. an mehreren Beispielen nachweisen konnte. Teilweise stellen oberer Gipskeuper und unterer Schilfsandstein fazielle Vertretungen derselben Zeitperiode dar, teilweise aber hat bei der Bildung des Schilfsandsteins eine Ausräumung schon gebildeter Gipskeupermergel stattgefunden. Auch während der Sedimentation des Schilfsandsteins finden Flußverlagerungen statt und auch hierbei wird gelegentlich wieder ausgeräumt, wie man es besonders deutlich im Profil an der oberen Birkenwaldstraße bei der Helfferichstraße in Stuttgart beobachten kann. Die Schichtenfolge stellt sich folgendermaßen dar:

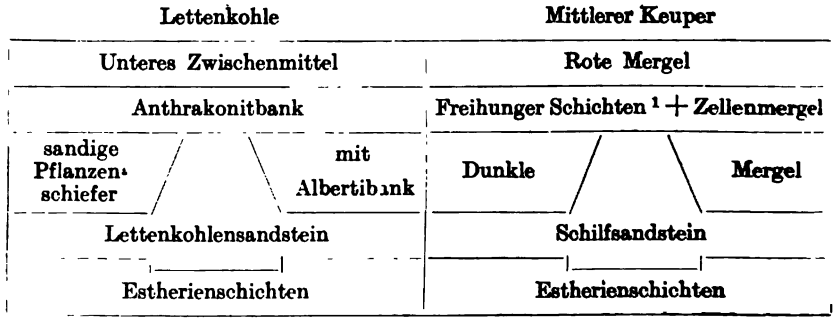
0,8 m feinkörnige, plattige, glimmerige, rote und grüne Sandsteine.
0,6 „ grünliche, violettrote, schwach feinsandige Mergel- und Sandschiefer.
3,3 „ rotviolette, dünnschichtige Mergel- und Sandschiefer mit einzelnen dünnen Lagen kalkiger Mergelbreccien.
1,1 „ dünnschichtige, bunte, feinkörnige, glimmerige Sandschiefer, gegen unten übergehend in
1—4 „ feinkörnige, glimmerige, bankige Sandsteine, gegen NW anschwellend.
0,9—1,2 „ bunte, glimmerige Sandschiefer mit Sandsteinplatten, zusammen mit dem Hangenden in das Liegende eingenagt.
0—3,7 „ feinkörnige, glimmerige Sandschiefer mit Sandsteinplatten, gegen unten übergehend in 3 m Sandsteinbänke. Die Sandschiefer werden diskordant vom Hangenden begrenzt und sind nach Ablagerung wieder ausgeräumt worden. Sie keilen zusammen mit den obersten Partien des liegenden kompakten Sandsteins gegen NW aus.

Den Aufschluß selbst gibt folgendes Lichtbild wieder:

Wie die Profile der Schilfsandstein-Gipskeupergrenze zu deuten sind in den einzelnen Fällen, geht aus der Art der Auflagerungsfläche von Schilfsandstein über Gipskeuper hervor. Erkennen wir hier eine deutliche Diskordanz, so haben wir den Fall der Ausräumung, herrscht aber völlige Konkordanz und ist ein allmähliches Übergehen der liegenden Schichten in die hangenden bei horizontaler Verfolgung zu beobachten, so liegt Faziesvertretung vor.

Vergleich des Schilfsandsteins mit dem Lettenkohlensandstein

Die Übereinstimmung des Schilfsandsteins und des Lettenkohlensandsteins in fazieller und faunistischer Hinsicht hat schon lange zum genetischen Vergleich dieser beiden Schichtkomplexe geführt. Noch weitgehender erscheint uns die Analogie, wenn wir die Gleichartigkeit des stratigraphischen Auftretens und des horizontalen Verhaltens betrachten. Schon früher habe ich über die stratigraphischen Verhältnisse des Lettenkohlensandsteins berichtet. Es hat sich gezeigt, daß der Lettenkohlensandstein keinen einheitlichen Horizont darstellt. Wie der Schilfsandstein tritt er ebenfalls teilweise in Flut-, teilweise in Normalfazies auf. Einzelne solche Flutrinnen wurden im südwestlichen Württemberg durch Prosi aufgezeigt. Teilweise werden diese Sandsteine der Flutfazies, der mächtigen Entwicklung innerhalb der Zonen mit Normalfazies durch einen Teil der Estherienschichten der unteren Lettenkohle vertreten, andererseits aber zeigt gelegentlich diskordante Lagerung der Sandsteine über dem Liegenden eine Ausräumung schon gebildeter Estherienschichten an kurz vor der Ablagerung des Lettenkohlensandsteins innerhalb der Flutzonen. Am besten geht die Übereinstimmung der



[1] Ob diese „Freihunger Schichten" Mittelwürttembergs denen Mittelfrankens zeitlich entsprechen, wie dies Thürach, Lang, Pfeiffer und Vollrat annehmen, ist bisher einwandfrei noch nicht nachgewiesen, da eine stratigraphische Horizontverfolgung fehlt.

Horizonte Lettenkohlensandstein und Schilfsandstein im Hinblick auf das stratigraphische Verhalten aus einer Nebeneinanderstellung der Schichtenfolge hervor.

Wir haben früher gesehen (p. 13), daß die Schilfsandsteinfazies über größere Entfernungen hinweg im stratigraphischen Schema weitgehend wandert, und zwar steigt sie vom mittleren Württemberg gegen Osten in immer höhere Horizonte (ferner greift sie dort allerdings auch tiefer). Ganz ähnlich verhält sich der Lettenkohlensandstein. Im mittleren Württemberg treten gelegentlich die Albertibank und die sandigen Pflanzenschiefer in der Fazies des Hauptsandsteins auf, d. h. die Sandbildungen reichen nach oben bis zur Anthrakonitbank. Im östlichen Württemberg verdrängt die Sandfazies manchmal auch noch die Anthrakonitbank selbst (Oberaspach). Ferner weisen die Anoplophoradolomite und die Linguladolomite wie im nördlichen Württemberg allgemein meist einen allerdings nur geringen Sandgehalt auf. Vom Crailsheimer Gebiet gegen Norden tritt der Sandgehalt mehr und mehr in die Erscheinung (Gerabronn, Riedbach, Eichswiesen, Niederstetten, Mergentheimer Umgebung), und die Sandsteinkomplexe des Würzburger Bezirks gehören stratigraphisch größtenteils nicht mehr dem schwäbischen Lettenkohlensandstein an, sondern sie entsprechen den Horizonten der Anoplophora- und Linguladolomite Württembergs[1]. Wenn Verf. mit VOLLRATH früher die Erklärung der Wanderung der Sandfazies des Schilfsandsteins in einer Verschiebung der Flüsse innerhalb des Deltagebietes von Süden nach Norden oder NO gesucht hat, so ist auch für das Verhalten der Sandsteine der Lettenkohle zwischen Mittelwürttemberg und bayrisch Unterfranken eine Deutung im gleichen Sinne angebracht. Die Richtung der Zufuhr wurde allmählich im Sinne der Flußrichtung von links nach rechts abgelenkt. Diese Ablenkung genügt also ebenfalls den Forderungen des BAER'schen Gesetzes, wonach die Flüsse der nördlichen Erdhalbkugel infolge der Erdrotation eine Verlegung nach rechts erfahren sollen. Diese verschiedenen vollkommenen Parallelen zwischen Lettenkohlensandstein und Schilfsandstein ist auf die gleichartige Bildung der beiden Sandkomplexe zurückzuführen, worauf ich schon früher eingegangen bin.

Faziesgrenzen und stratigraphische Grenzen.

Schon eingangs dieser Ausführungen habe ich die regionalen Faziesübergänge im süddeutschen Keuper erwähnt, wie sie durch THÜRACH,

[1] Der Anoplophorahorizont ist ja bekanntlich auch in Südwürttemberg in Sandsteinfazies vorhanden (Rottweil).

Lang, Vollrath, Frank und Stoll nachgewiesen wurden. Es hat sich dabei ergeben, daß alle Grenzen einzelner Unterstufen im süddeutschen mittleren und oberen Keuper nur durch Faziesgrenzen gegeneinander abgetrennt sind, und daß wir eine Mergel-Sandstein-Grenze über größere Entfernungen hinweg niemals als Zeitgrenze auffassen dürfen. Ein Mittel zur Erkenntnis und Klarlegung dieser Verhältnisse ist uns im Begriff des Leithorizontes gegeben. Die stratigraphische Verfolgung solcher charakteristischer petrographischer oder faunistischer Horizonte zeigt die allmähliche fazielle Veränderung der Horizonte selbst wie auch des Schichtverbandes an.

Dieser fazielle Übergang einzelner Stufen innerhalb des süddeutschen Keupers ist ohne weiteres verständlich und verwirrt unser stratigraphisches Schema nur geringfügig. Sehen wir aber einmal nach den Abteilungsgrenzen der süddeutschen Trias. Wenn wir nämlich beobachten, daß die Stufen der einzelnen Abteilungen gegeneinander durch Faziesgrenzen abgetrennt sind, so werden wir auch der oberen Grenze der obersten Stufe oder der unteren Grenze der untersten Stufe kritisch gegenüberstehen, wenn wir hören, daß gerade diese stratigraphische Grenzen sein sollen und deshalb als Abteilungsgrenzen brauchbar seien.

Bräuhäuser, Wilser, Sauer, Strigel u. a. haben nachgewiesen, daß in einzelnen Bereichen des rechtsrheinischen Gebietes zwischen Buntsandstein und Rotliegendem nicht nur ein Hiatus (Sedimentationsunterbrechung), sondern sogar Abtragung während der Zechsteinzeit stattgefunden hat. Linksrheinisch dagegen am Ostrande des Pfälzer Waldes gewinnt man durch den allmählichen Übergang von oberem Rotliegenden bis zum unteren Buntsandstein und durch die gleichmäßige Lagerung den Eindruck kontinuierlicher Sedimentation. Auch weiter im Süden und Südwesten, wo eine fossilführende Zechsteinbank fehlt, herrscht allmählicher Übergang und vollkommene Konkordanz zwischen Oberrotliegendem und unterem Buntsandstein. „Die petrographische Grenze fällt wie im nördlichen Schwarzwald ungefähr mit den dolomitführenden Schichten des Oberrotliegenden zusammen. Bei dem mangelnden Fossilgehalt und der geringen Niveaubeständigkeit dieser Dolomite bleibt aber die Grenzführung immer bis zu einem gewissen Grade Sache der freien Festsetzung“ (Strigel). Strigel kommt ähnlich wie Leppla dann zur Annahme, daß dort die obersten Rotliegendschichten (Rötelschichten und tonige Sandsteine) vielleicht dem marinen Zechstein entsprechen könnten. Noch schwieriger zu beurteilen sind die Verhältnisse dort, wo Vogesensandstein oder noch höhere Horizonte des Buntsandsteins konkordant oberes Rotliegendes über-

lagern (Mittel- und Südvogesen, Nordrand der Hardt, Lothringen, Nordrand der Bliesmulde, Gegend von Trier). „Hier wird man eher zur Annahme einer konkordanten Abtragungsebene als zu der eines über einen so großen Zeitraum sich erstreckenden einfachen Schichtenausfalls geneigt sein" (STRIGEL). Nun ist für mich allerdings eine konkordante Abtragung über so weite Gebiete unvorstellbar, sondern die Möglichkeit der Annahme einer Wanderung der Oberrotliegendfazies in Richtung der Transgression der Sedimentation naheliegender. Damit ist ein Höhersteigen im Schichtprofil ohne weiteres verbunden und deshalb leicht verständlich. Die Grenze zwischen Oberrotliegendem und Buntsandstein wäre dann eine Faziesgrenze, die in Richtung der Transgression der Sedimentation im Schichtprofil ansteigt. Mit dieser Erklärung scheinen mir die Verhältnisse einfacher gedeutet zu sein. Allerdings müßte diese Anschauung durch Horizontverfolgung bewiesen werden. Die Grenze Perm—Buntsandstein, d. h. die Untergrenze der Trias ist demnach eine deutlich erkennbare Zeitgrenze in einzelnen Gebieten Süddeutschlands; andererseits scheint häufig auch nur eine Faziesgrenze vorzuliegen.

Betrachten wir die Grenze Buntsandstein—Muschelkalk, so zeigt sich, daß sie im ganzen süddeutschen Sedimentationsraum nichts als eine Faziesgrenze darstellt, wie dies die Ausführungen und Untersuchungen VOLLRATH's und FRANK's eindeutig dargelegt haben.

Zur Zeit der Bildung der Mosbacher Grenzschichten werden im mittleren und südlichen Schwarzwaldgebiet die Rötmergel des oberen Buntsandsteins abgelagert und im elsaß-lothringischen Becken bilden sich Voltziensandsteine und Grenzletten. Einzelne zwischengelagerte Fossilbänke mit marinen Faunenkomponenten erzählen hier von gelegentlichen kurzwährenden marinen Überflutungen und marinen Fauneninvasionen ins kontinentale Gebiet. Die Muschelkalktransgression ist vom Mosbacher Becken gegen Südwesten, gegen Lothringen, gegen Süden, den Tafeljura und gegen Südosten, die bayrische Oberpfalz gerichtet. In diesen Richtungen steigt die Buntsandstein-Muschelkalkgrenze in höhere Horizonte, sie wandert im Profil nach oben. In dieser Erscheinung sehen wir nur den Fortgang der Verhältnisse von Thüringen. In Nordostthüringen (Jena) lagern unter dem gelben Grenzkalk noch mehrere Meter marine graue Mergel und Kalke, die gegen Südwestthüringen (Meiningen) in kontinentale rote Mergel übergehen. FRANTZEN, WAGNER, VOLLRATH u. a. haben daraus auf eine Transgression von Nordosten gegen Südwesten geschlossen. Das Muschelkalkmeer trat bekanntlich über Oberschlesien ins germanische Becken ein. Sehr frühe hat dort

die marine Sedimentation eingesetzt, während in Süddeutschland noch lange Buntsandsteinverhältnisse vorherrschten. Die Muschelkalkuntergrenze ist nichts weiter als eine Grenze zwischen marin und kontinental, und wie diese Grenze mit Beginn der marinen Sedimentation in Richtung der Transgression wandert, so wandert auch die Obergrenze mit dem Rückzug des Wellengebirgsmeeres und mit dem Einsetzen der Fazies des mittleren Muschelkalkes. Auch hier zeigt sich, daß die Bildung des mittleren Muschelkalkes im Norden früher einsetzt und mit dem Abwandern des Wellengebirgsmeeres durch die Burgundische Pforte mehr und mehr nach Süden vorstößt. Die Untergrenze des mittleren Muschelkalkes ist demnach ebenfalls eine Faziesgrenze. Sie verhält sich wie die Muschelkalkuntergrenze und durchschneidet die stratigraphischen Zeitgrenzen schief.

Ganz genau so verhält sich die Grenzlage zwischen mittlerem und oberem Muschelkalk, wie die Untersuchungen ALDINGER's klar erwiesen haben. HOHENSTEIN hat früher die fossilführenden Hornsteinlagen in Südwürttemberg nach der Fazies der Schichten dem mittleren Muschelkalk zugerechnet, während ALDINGER auf Grund stratigraphischer Untersuchungen deren Zugehörigkeit zum Trochitenkalk aufzeigen konnte.

Eine Untersuchung der Muschelkalk-Lettenkohlengrenze von Südwürttemberg gegen Süden bis zum Kettenjura hat auch hier Faziescharakter ergeben, im Gegensatz zu den Annahmen G. WAGNER's, der einen Hiatus zwischen Trigonodusdolomit und Lettenkohle annimmt im Gebiet zwischen Stuttgart und Crailsheim. Andererseits stimmen meine Ergebnisse mit denen von GEVERS überein, der die Muschelkalk-Lettenkohlenschichten von Thüringen gegen Südosten (Oberfranken) verfolgt hat und dabei ein Wandern der Grenze beobachtet hat. Fassen wir kurz die Ergebnisse meiner früheren Untersuchungen der Muschelkalk-Lettenkohlengrenzlage von Südwürttemberg gegen Süden zusammen. Es hat sich ergeben, daß in dieser Richtung die Sedimente der unteren und teilweise noch der mittleren Lettenkohle faziell auskeilen. Die Fazies des Trigonodusdolomits greift allmählich höher und damit rückt die Grenzlage selbst auch höher. Sie wandert also in dieser Richtung. Dieses Ergebnis ist paläogeographisch leicht verständlich. Da bei Rottweil der Trigonodusdolomit faziell bis zur Cycloidesbank der Nodosusschichten herabgreift, hat hier zuerst eine Hebung des Gebietes stattgefunden, da ja Dolomite sich nach den Ausführungen LINCK's nur bei geringer Wassertiefe und höherer Temperatur bilden. Von Rottweil aus greift die Hebung gegen Süden vor und in dieser Rich-

tung zieht sich das Muschelkalkmeer zurück. Durch den allgemeinen Fortgang der Hebung bilden sich allmählich bei Rottweil Küstendolomite (die unteren Dolomite) und endlich die Brackwassersedimente der Estherienschichten. Die horizontalen Faziesverhältnisse stellen sich demnach folgendermaßen dar: Im Süden Trigonodusdolomit, gegen Norden anschließend Küstendolomite, im Hinterland Estherienschichten. Durch das Wandern dieser Faziesfolge gegen Süden erhalten wir im Profil meist immer dieselbe Schichtfolge, was bisher zur Verkennung der Tatsachen geführt hat.

Ähnlich scheinen mir die Verhältnisse in dem von WAGNER untersuchten Gebiet zu liegen. WAGNER nimmt an, daß die Bonebedlagen an der Muschelkalk-Lettenkohlengrenze sich zeitlich entsprechen und als Folgeerscheinung einer Sedimentationsunterbrechung (Hiatus) anzusprechen sind. Nach seinen Profilen keilen die oberen Schichten des oberen Muschelkalkes von Nordwesten gegen Südosten allmählich aus. Das Meer hat sich ganz allmählich gegen Nordwesten zurückgezogen. Mit der Bildung der Vitriolschiefer der unteren Lettenkohle soll dagegen das Meer nahezu das ganze langsam verlorene Gebiet mit einem Schlage wieder zurückgewonnen haben. Als Anzeichen für den Hiatus gelten die oben erwähnten Bonebedlagen. Bei Annahme dieser Anschauung kämen als Ursache für den Hiatus entweder Trockenlegung des in Frage kommenden Gebietes nach der Regression des Muschelkalkmeeres in Betracht oder aber Sedimentationsunterbrechung durch Strömungen. Diese Strömungen müßten dann während der Zeit der Einengung des Sedimentationsraumes des Muschelkalkmeeres allmählich größere Gebiete umfaßt haben, während ihr Wirkungsbereich durch die Transgression der Lettenkohle wieder eingeschränkt wurde. Diese letztere Erklärung ist aber so gezwungen, daß sie wohl niemand im Ernst vertreten wird. Trockenlegung aber scheint Verf. ebenfalls undenkbar. Wäre nämlich das Kalk- oder Dolomitplateau des in Betracht kommenden Gebietes damals trocken gelegt worden, so hätte sofort Roterdeverwitterung eingesetzt, da zur Muschelkalkzeit Europa einem tropischen bis subtropischen Klima unterworfen war, wie aus der Beschaffenheit der Kontinentaläquivalente ohne weiteres hervorgeht. Auch die weiteren Bedingungen für Roterdebildung sind gegeben, da wir Roterde auf ganz ähnlichen Gebilden (Kalke und Dolomite) heute im kroatischen Karst beobachten können. Da nun aber nirgends Verwitterungserscheinungen an der Oberfläche des Muschelkalks in unserem Gebiet zu beobachten sind und fernerhin in keinem Aufschluß eine Diskordanz zwischen Lettenkohle und Muschelkalk festzustellen ist,

scheint mir die Annahme einer teilweisen Trockenlegung des Gebietes unhaltbar.

Viel eher möchte ich die Bonebedlagen als Fazieserscheinung ansprechen, die sich beim Rückzug des Meeres bilden und einem Teil derjenigen marinen Horizonte entsprechen, die nach WAGNER auskeilen sollen. Faziell ergäbe sich dabei folgende Faziesfolge: im marinen Gebiet: Kalk und Tonfazies, küstenwärts im Bereich der Hauptströmungen Bonebedlagen, weiter draußen ganz geringmächtige Ablagerung brackischer Mergel und Tone. Mit dem Rückzug des Meeres wandert diese Folge nach. Meerwärts herrscht eine starke Sedimentation (im eigentlichen Küstengebiet bilden sich immer Bonebedlagen mit einer Mischung mariner und kontinentaler Faunenkomponenten und landwärts lagern sich äußerst geringmächtige Mergel und Tone ab). Die Bonebedlagen wandern demnach schief durch den Schichtenstoß. Allmählich führt der Fortgang des Rückzuges des Meeres zur Ablagerung der brackischen Vitriolschiefer über weite Gebiete, wobei ebenfalls gegen die Abtragungsgebiete allmähliches Auskeilen festzustellen ist. Mit der Blaubank dagegen versucht das Meer seine verlorenen Gebiete zurückzuerobern, immer wieder erfolgen auch späterhin Faunenineinvasionen und Meeresingressionen ins brackische Gebiet, wodurch die wechselvolle Faunen- und Faziesfolge der Lettenkohle gebildet wurde. Immer weiter wird das Meer zurückgedrängt. Die gelegentlichen faunistischen Invasionen reichen immer weniger weit herein ins brackische Gebiet und am Fuße der Hochländer setzt die rein kontinentale Fazies, die Keuperfazies, ein. Als Ganzes betrachtet schiebt sich also die „Lettenkohlenfazies" regional zwischen „Muschelkalkbildungen" und „Keuperablagerungen". Andererseits aber setzt nach der allgemeinen Regression des Meeres in den zentralen Bereichen des Sedimentationsraumes die Keuperfazies mit Gipsbildungen ein, während am Rande der Abtragungsgebiete Süßwasserverhältnisse herrschen. Dazwischen haben wir Übergangszonen, die bei Fauneninvasionen besonders gerne benützt werden, da hier Salzkonzentrationen bestehen, die mit derjenigen des Meerwassers am meisten übereinstimmen und daher den marinen Einwanderern noch die am ehesten zusagenden Lebensbedingungen liefern. Am besten sind diese Verhältnisse durch eine Betrachtung der Grenzdolomitzone zwischen Lettenkohle und Gipskeuper zu erkennen. Der Grenzdolomit Südwürttembergs geht gegen Norden und Osten (Mittel-, Nord- und Ostwürttemberg) in die Lingula-dolomite über. Von Nordwürttemberg gegen Westen, den Kraichgau,

taucht er dagegen wieder als „Grenzdolomit" auf. Entsprechend setzt die Keuperfazies mit Gipsbildungen (Rottweil) und bunten Mergelschiefern (Kraichgau) über diesem Grenzdolomit ein, während in Mittel-, Nord- und Ostwürttemberg darüber die „Grünen Mergel" der oberen Lettenkohle folgen. Der Grenzdolomit von Mittel-, Nord- und Ostwürttemberg findet gegen Süden seine Fortsetzung in einer fossilführenden Dolomitbank innerhalb der Grundgipsschichten, die weiter südlich der SCHALCH'schen Myoconchabank my (= ZELLER's Mauchachbank) entspricht. Gegen Westen (Kraichgau) geht sie in die oolithische Bank SCHNARRENBERGER's über (Bauerbach, Bretten, Sickingen), die hier ebenfalls schön in den „Grundgipsschichten" liegt. Die Fauna verschwindet gegen Westen mehr und mehr. Nach VAN WERVECKE finden sich bei Dossenheim noch Myaciten.

So sehen wir, daß auch die Obergrenze der Lettenkohle eine reine Faziesgrenze darstellt und keineswegs als zeitlich gleichaltrig betrachtet werden darf. Es ist dann aber selbstverständlich, wenn eine Verfolgung von Leithorizonten, die bisher als stratigraphische galten, oben besprochenen Wechsel schon in dem verhältnismäßig eng begrenzten Süddeutschland ergaben, so muß eine derartige Grenzzone im ganzen germanischen Sedimentationsraum notwendig zeitlich viel größere Differenzen aufweisen, wobei der Wert der Differenz mit der Entfernung der einzelnen Profile wächst.

Daß die Sandsteinkomplexe innerhalb des süddeutschen Keupers keine stratigraphischen Horizonte darstellen, wurde schon oben erwähnt.

Betrachten wir nun die Obergrenze der süddeutschen Trias, insbesondere das Verhalten der süddeutschen Rhätschichten. Die Untersuchungen von VOLLRATH und FRANK haben gezeigt, daß dieser Schichtenstoß in Süddeutschland nichts anderes als eine Zwischenfazies zwischen kontinentalen Knollenmergelbildungen und rein marinen Liasablagerungen darstellt. Stratigraphisch liegen die einzelnen Rhätbildungen in ganz verschiedenen Horizonten. Zum erstenmal beobachten wir rhätsandsteinähnliche Bildungen im Steinmergelkeuper im Elsaß. Seine Fortsetzung findet dieser Sandstein im Kraichgau in dem Horizont S_5 der badischen Geologen. Er geht fernerhin in VOLLRATH's oberen Stubensandstein über. In Elsaß-Lothringen werden weiter die eigentlichen tonig-sandigen Rhätsedimente von überwiegend roten Mergeln und Tonen überlagert, die im Kraichgau durch RÜGER's graubraune Tone vertreten werden. Dagegen sind die Sandsteine des unteren Lothringer Rhäts wieder in Form analoger Sandsteine vorhanden.

Faunistisch zeigen sich *Avicula contorta*, *Anodonta postera* mit den üblichen Begleitern. STETTNER verband nun diese Rhätsandsteine des Kraichgaus mit dem Pseudorhät LANG's im Stromberg auf Grund der Fazies und der Fauna, wobei allerdings nur *Anoplophora postera* durch RÜGER und ZELLER bestimmt werden konnten. VOLLRATH befürwortet fernerhin mit R. LANG die Verbindung dieses Strombergrhäts mit einem gelben Sandsteinkomplex innerhalb roter Knollenmergelbildungen im Löwensteiner Gebiet. Auch dieses Rhät geht demnach in Stubensandsteinbildungen über, und zwar liegt es stratigraphisch innerhalb der Knollenmergel, während die tiefere rhätähnliche Sandsteinbank im Steinmergelkeuper des Elsaß an der Untergrenze der schwäbischen Knollenmergel liegt, deren oberer Teil (obere Knollenmergel im Löwensteiner Gebiet) im Kraichgau durch RÜGER's graubraune Tone und im Elsaß durch die roten Tone über dem dortigen Rhät (rheinisches Rhät VOLLRATH's) vertreten wird. An der oberen Grenze der Knollenmergel dagegen liegt unser schwäbisches Rhät, das ich mit FRAAS und VOLLRATH als Randfazies des vordringenden Jurameeres auffasse. In einzelnen Sandzungen stößt es von SO gegen W und NW vor. Die äußersten der Beobachtung zugängigen Punkte Vaihingen a. F. und das Löwensteiner Gebiet zeigen nur mehr schwarze Schiefertone an Stelle der Rhätsandsteine (vergl. die Fazieskärtchen von VOLLRATH und FRANK). Zwischen diesen einzelnen Sandzungen werden Dunkle Mergel abgelagert oder rote „Knollenmergel". Einen noch höheren Horizont nimmt das Rhät der Gegend von Coburg und Bayreuth ein. Ich konnte früher zeigen, daß diese Bildungen stratigraphisch den Psilonotenschichten Schwabens entsprechen, da sie nahezu unmittelbar die Oolithenbank und damit die Angulatenschichten unterlagern. Eine Verfolgung der fränkischen Rhätsedimente hat ergeben, daß sie von Coburg gegen Süden immer höhere Horizonte ergreifen. Bei Nürnberg unterlagern sie die Arietenschichten und entsprechen damit den Angulatenschichten Württembergs zeitlich. Besonders deutlich geht dieses verschiedene Alter des Rhäts von Coburg und desjenigen von Nürnberg aus den floristischen Untersuchungen GOTHAN's hervor. Eine analoge stratigraphische Stellung nimmt der Schweizer Rhätsandstein ein, der gegen Westen ebenfalls in liasische Bildungen übergeht (Vesoul), wie ich dies früher schon ausgeführt habe. Bemerkenswert ist der Übergang der fränkischen Rhätschichten gegen Osten in der Oberpfalz in eine Folge grobkörniger, feldspatführender Sandsteine und bunter Mergel vom Charakter des schwäbischen Stubensandsteins. Wir haben oben schon gesehen, daß die rhätähnliche Sandsteinbank in dem elsässischen

Steinmergelkeuper, ebenso wie das rheinische Rhät gegen Südosten, gegen die Hochgebiete des Böhmisch-vindelizischen Massives, in Sandsteinbildungen von Stubensandsteincharakter übergehen. Da sich das fränkische Rhät analog verhält, erkennen wir eine vollkommene Übereinstimmung der einzelnen stratigraphisch verschiedenen Rhätsedimente in fazieller Hinsicht. Andererseits sehen wir, wie die Fazies und damit zusammen die Fauna wandert und dabei die stratigraphischen Horizonte schief durchschneidet. Diese Wanderung der Fazies vollzieht sich in Richtung der marinen Transgression. Zuerst wird das elsaß-lothringische Gebiet erfaßt, dann greift die Fauna bis zum Stromberg vor. Endlich wird der württembergische Sedimentationsraum vollkommen erfaßt und zuletzt ergreift das Meer das Gebiet von bayrisch Franken und die Nordschweiz. Diese Verhältnisse werden durch die Art und Weise der liassischen Transgression bedingt. Nicht plötzlich und ruckartig hat sich diese Transgression vollzogen, sondern ganz allmählich wird das ganze süddeutsche Gebiet der marinen Sedimentation unterworfen. Immer wieder greifen marine Ingressionen ins kontinentale Gebiet. Mit dem rheinischen Rhät reicht die Transgression bis in den Bereich des Strombergs, doch wieder wird das Meer zurückgedrängt. Die kontinentalen oberen Knollenmergel werden abgelagert, allerdings bestehen im Kraichgau brackische, halbmarine Verhältnisse weiter, die graubraunen Tone werden dort sedimentiert. Erst mit der Bildung des schwäbischen Rhäts schiebt sich die marine Transgression allmählich aber kontinuierlich vor. Es zeigt sich also eine deutliche Verzahnung mariner Rhät-Juraschichten mit kontinental-terrestrischen Keupersedimenten [1] und damit ergeben sich weitgehende Parallelen zwischen der Muschelkalk- und der Liastransgression, wie ich dies früher teilweise schon dargestellt habe. Die Myophorienbank des Mosbacher Beckens stellt also bildungsgeschichtlich mit Bezug auf die Muschelkalktransgression dasselbe dar wie das Pseudorhät des Strombergs im Hinblick auf die Liastransgression. Am besten ist dies aus einem Vergleich der beiden folgenden Tabellen ersichtlich [p. 26].

Diese Verzahnung von kontinentalen und marinen Schichten, d. h. „liassischer" Ablagerungen (Rhät inbegriffen) und „Keupersedimente" zeigt uns aber, daß die Obergrenze der süddeutschen Trias nichts weiter als eine Faziesgrenze darstellt. Wie weit nun die einzelnen Zonen des süddeutschen Jura nur durch Faziesgrenzen gegeneinander abgegrenzt werden und wieweit die faunistischen Zonengrenzen tat-

[1] Auf die neueren Angriffe Jüngst's betr. dieser Darstellung der Verhältnisse werde ich an anderer Stelle eingehen.

sächlich Zeitgrenzen darstellen, kann bisher noch nicht entschieden werden, da eingehende Arbeiten bis heute noch fehlen und die Stratigraphie des Lias *α* noch Gegenstand der Diskussion ist.

Wenn wir nun gesehen haben, daß die einzelnen Formations- und Abteilungsgrenzen der süddeutschen Trias keine Zeitgrenzen sind, ist uns der zeitliche Vergleich der einzelnen Stufen sehr erschwert, doch

Wellengebirge.

Nordschwarzwald	Mosbach	Nordostthüringen (Jena)
Liegende Dolomitbank *α* *	Konglomeratbank *α* *	Oolithbank *α* *
Rote Mergel ⁰	Mosbacher Grenzschicht.*	Graue Mergel * und Kalke
	Rote Mergel ⁰	
	Myophorienbank *	
Plattensandstein ⁰	Rote Mergel ⁰	
	Plattensandstein ⁰	Bunte Mergel ⁰

Rhät-Lias.

Ostwürttemberg	Mittelwürttemberg	Stromberg [1]	Kraichgau
Angulatenschichten *	Angulatenschichten *	Angulatenschichten *	Angulatenschichten *
Knollenmergel ⁰	Psilonotenschichten *	Psilonotenschichten *	Psilonotenschichten *
	Schwäbisches Rhät *		
	Knollenmergel ⁰	Obere Knollenmergel ⁰	Graubraune Tone *
		Pseudorhät *	Rheinisches Rhät *
Oberer Stubensandstein ⁰		Knollenmergel ⁰	Knollenmergel ⁰
	Oberer Stubensandstein ⁰	Oberer Stubensandstein ⁰	S_5 ⁰

[1] Z. T. rekonstruiert nach den Verhältnissen im Löwensteiner Gebiet.

* bedeuten marine und brackische Horizonte

⁰ bedeuten kontinentale Horizonte.

haben die eingehenden Spezialforschungen innerhalb der süddeutschen Trias an Stelle der unbrauchbaren Grenzen, einzelne Lagen innerhalb der Stufen, die Leithorizonte herausgeschält und durchverfolgt und damit ein vollkommen genügendes Mittel für die zeitliche Vergleichung gegeben. Auch in anderer Hinsicht aber haben diese Untersuchungen einschneidende Ergebnisse gezeitigt.

Die Bewertung geologischer Spezialkarten.

Man war vor der Erkenntnis des Faziescharakters der Formations- und Abteilungsgrenzen geneigt, die auf den Karten zur Darstellung gebrachten Stufen der Lettenkohle, des Schilfsandsteins usf. als synchrone Schichten aufzufassen. Die Lettenkohle Badens und Württembergs wurden z. B. als zeitlich identisch betrachtet. Nun haben aber meine Untersuchungen gezeigt, daß die Grenze Lettenkohle—Gipskeuper in Baden und in Südwürttemberg bis 6 m tiefer liegt als im übrigen Württemberg. Da die Gesamtmächtigkeit der Lettenkohle ca. 18—24 m beträgt, so ist dieser Unterschied keineswegs zu vernachlässigen, da es sich ja um $^1/_4$—$^1/_3$ der Gesamtmächtigkeit handelt. Wenn aber solche Wechsel der Formationsgrenzen schon im eng begrenzten Süddeutschland sich vollziehen, so ist ohne weiteres zu schließen, daß mit der Entfernung die Formationsgrenze wandert in höhere oder tiefere Horizonte. Daraus aber ergibt sich, daß unsere geologischen Spezialkarten keineswegs Zeitkarten darstellen, sondern daß mit Ausdrücken wie Lettenkohle, Gipskeuper usf. nur eine bestimmte Fazies bezeichnet wird, die stratigraphisch wandert, wenn wir sie über größere Entfernungen verfolgen. Die geologischen Spezialkarten stellen demnach großenteils nur Faziskarten dar. Inwieweit diese Ergebnisse aus der Trias auch für die Gebiete und Schichtglieder des Jura Gültigkeit haben, kann bisher noch nicht mit Sicherheit entschieden werden, da mit Ausnahme des unteren Lias durchgehende Horizontverfolgungen noch nicht durchgeführt wurden. Selbstverständlich wird durch diese Ausführungen und diese Erkenntnis der Wert der geologischen Karten in keiner Weise angegriffen, da die Karten in erster Linie praktischen Wert haben und auch für die Praxis geschaffen werden. Betrachtet man aber die geologischen Spezialkarten von diesem Standpunkt, so ist ganz klar, daß ihr Wert in keiner Weise beeinträchtigt wird, da nur die Fazies wesentlich ist sowohl für den Bauingenieur wie für den Agronomen. Rein wissenschaftlich aber muß man sich über den Faziescharakter solcher geologischer Karten (wenigstens im Bereich der Trias) im klaren sein. Die Stratigraphie hat eben „den verderblichen Ein-

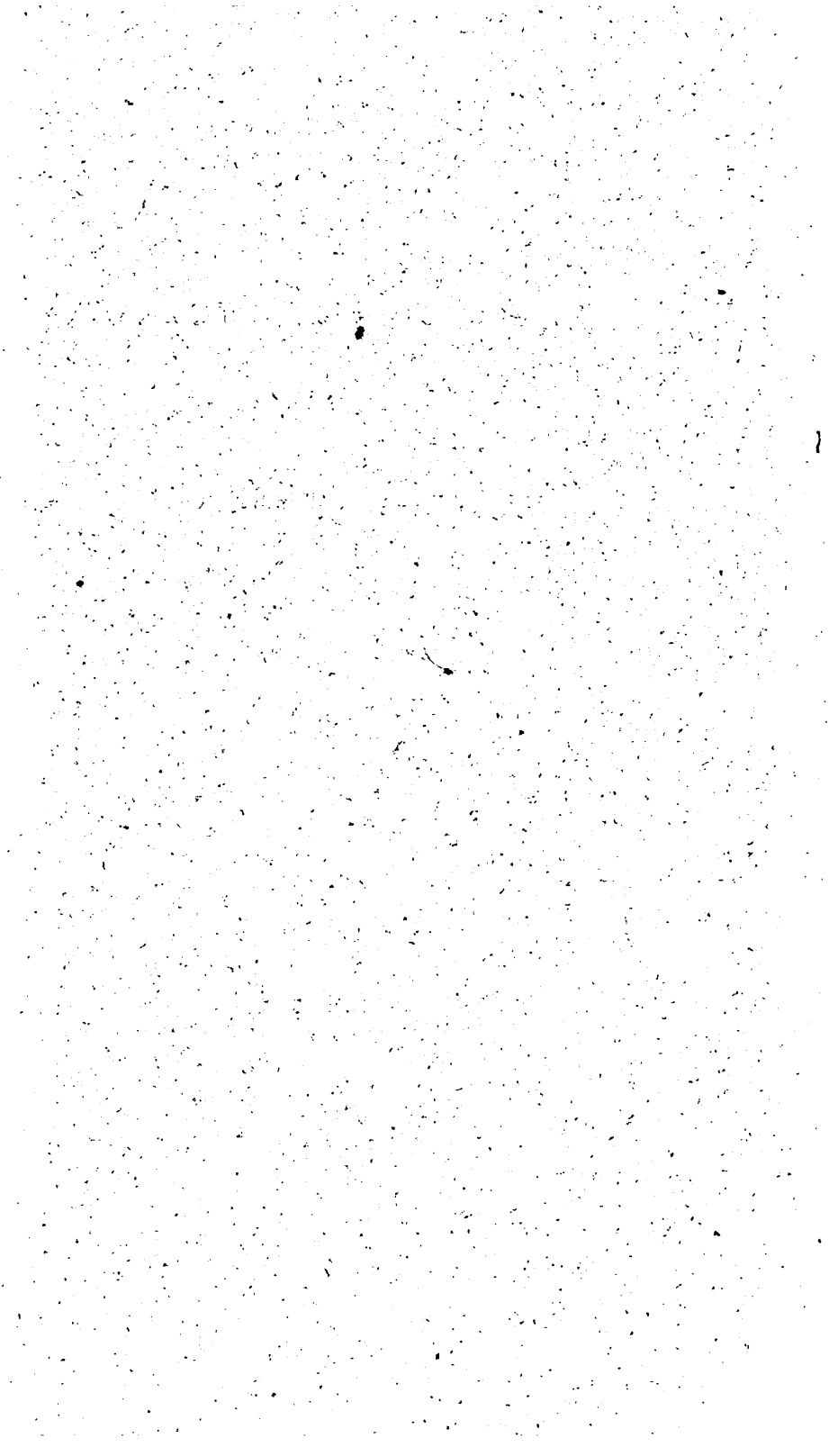
fluß der übertriebenen Katastrophentheorie lange nicht überwinden können und noch heute sind ungeschwächte Erinnerungen daran im System der Formationen und Leitfossilien zu erkennen" (v. SEIDLITZ).

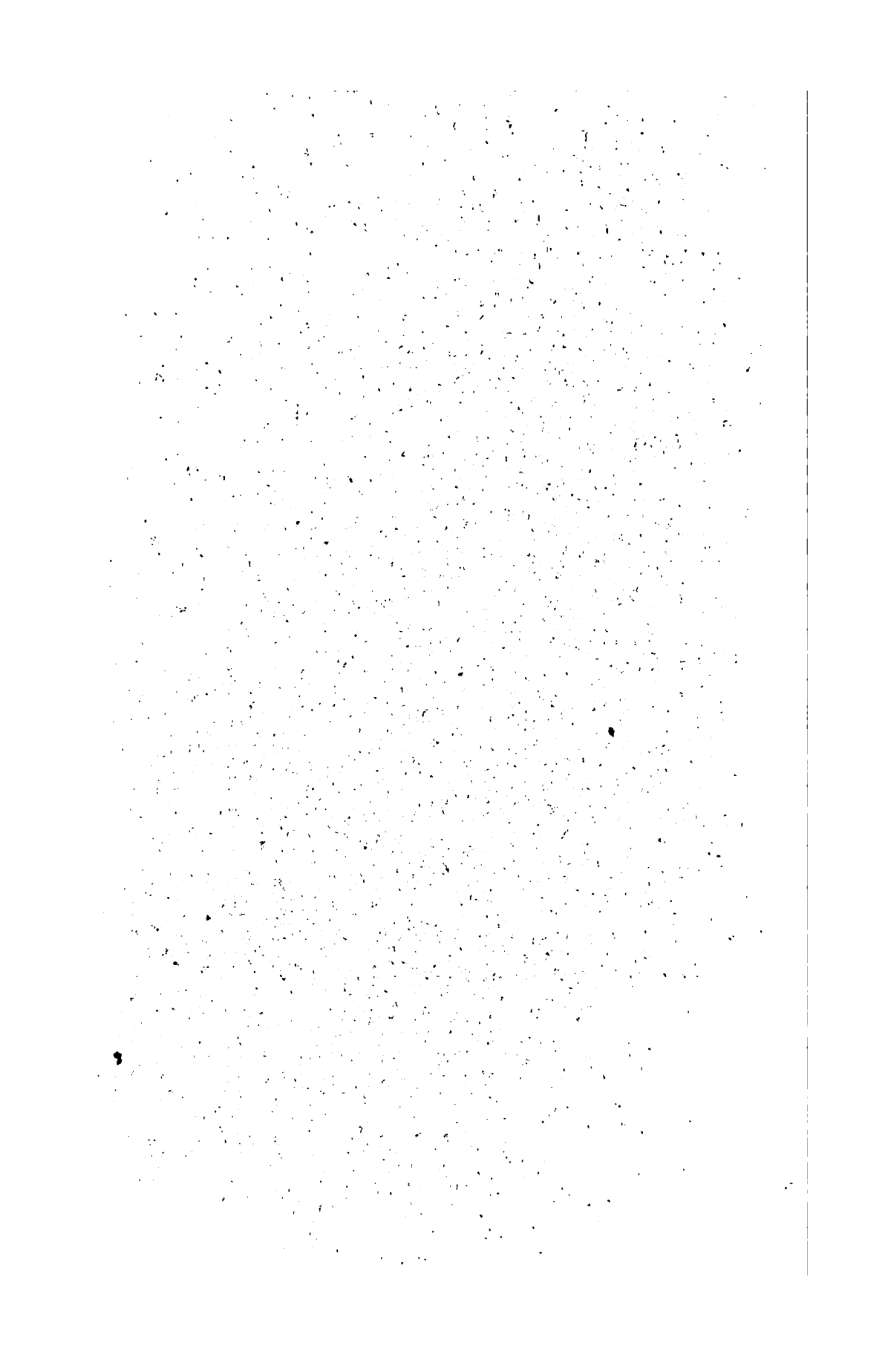
Literaturverzeichnis.

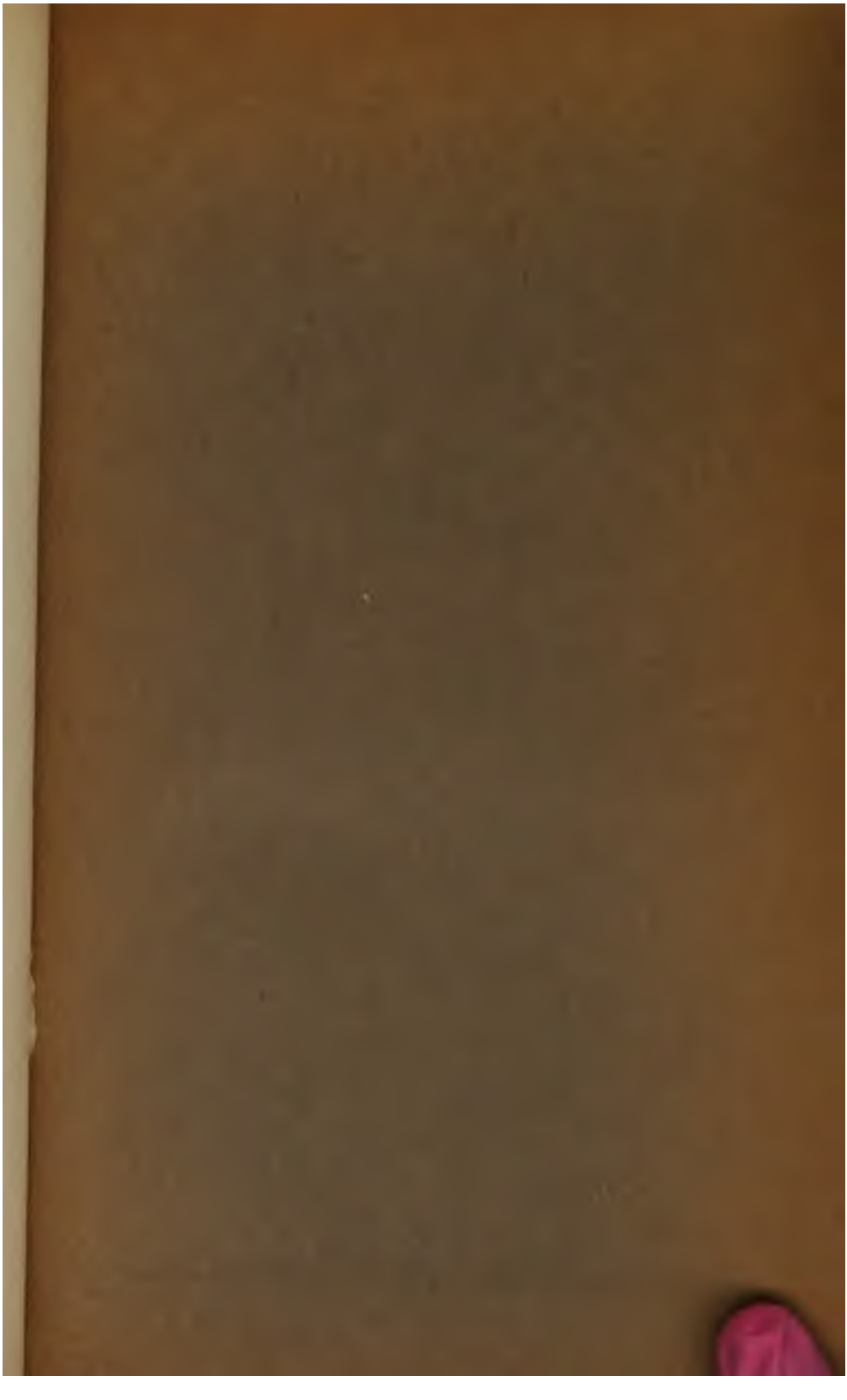
1. ALDINGER, H., Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des Trochitenkalks im nördlichen Württemberg und Baden. Diss. Tübingen 1928.
2. BRÄUHÄUSER, M., Beiträge zur Kenntnis des Rotliegenden an der oberen Kinzig. Mitt. d. geol. Abt. d. württ. stat. L.-A. Nr. 7.
3. FINCKH, A., Beiträge zur Kenntnis des Stuttgarter Keupers. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde 1911.
4. FRAAS, E., Die Bildung der germanischen Trias. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde 1899.
5. FRANK, M., Lias α in Schwaben. Jahresh. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Vereins 1925.
6. — Beiträge zur Kenntnis des Lias β in Nordbayern. Centr. f. Min. 1926.
7. — Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des Lias α in Süddeutschland. Diss. Tübingen 1926.
8. — Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Wellengebirges im Südschwarzwald. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde. 1928.
9. — Zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte der Lettenkohle zwischen Südwürttemberg und Kettenjura. Centr. f. Min. 1928.
10. — Ein Vergleich der Muschelkalk- und der Liastransgression in Süddeutschland. Geol. Rundschau. 1928.
11. — Stratigraphie und Bildungsgeschichte des süddeutschen Gipskeupers. Jahresber. u. Mitt. des oberrhein. geol. Vereins. 1929.
12. FRANTZEN, Untersuchungen über die Gliederung des unteren Muschelkalks in Thüringen und Hessen. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanstalt. 1887.
13. GEVERS, T., Der Muschelkalk am Nordwestrand der Böhmischen Masse. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 56.
14. GOTHAN, W., Die unterliasische („rhätische") Flora der Umgebung von Nürnberg. Abh. d. naturh. Ges. in Nürnberg. 19. 1914.
15. HENNIG, E., Geologie von Württemberg. Berlin 1923.
16. HOHENSTEIN, V., Beiträge zur Kenntnis d. mittleren Muschelkalks usf. Geol. u. paläont. Abh. N. F. 12.
17. LANG, R., Über Lagerung und Entstehung des mittleren Keupers im südlichen Württemberg. Centr. f. Min. 1909.
18. — Der mittlere Keuper im südlichen Württemberg. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde. 1909 und 1910.
19. — Das Vindelizische Gebirge zur mittleren Keuperzeit. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde. 1911.

20. Lang, R., Beiträge zur Stratigraphie des mittleren Keupers zwischen der Schwäbischen Alb und dem Schweizer Jura. Geol. u. paläont. Abh. N. F. 9. Heft 4. 1911.
21. — Zur Stratigraphie des Keupers in Südwestdeutschland. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde. 1919.
22. Leppla, Über den Buntsandstein im Haardtgebirge (Nordvogesen). Geogn. Jahresh. 1. Jahrgang. 1888.
23. Linck, Über die Entstehung der Dolomite. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1909.
24. Pfeiffer, W., Über den Gipskeuper im nordöstlichen Württemberg. Diss. Tübingen 1915.
25. — Ost-West-Profil durch den mittleren und oberen Keuper Süddeutschlands. Jahresber. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. 1923.
26. Rüger, L., Die Rhät-Lias α-Ablagerungen der Langenbrückener Senke. Diss. Heidelberg 1922.
27. — Versuch einer Paläogeographie der süddeutschen Länder an der Trias-Jura-Wende. Verh. d. naturh.-med. Ver. zu Heidelberg N. F. 15. 1914.
28. Schalch, F., Beiträge zur Kenntnis der Trias am südöstlichen Schwarzwald. Schaffhausen 1873.
29. — Nachträge zur Kenntnis der Trias am südöstlichen Schwarzwald. Mitt. d. bad. geol. Landesanstalt. 1907.
30. Schnarrenberger, Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte v. Baden. Weingarten, Kürnbach, Eppingen.
31. Seidlitz, W. von, Revolutionen in der Erdgeschichte. Jena 1920.
32. Silber, E., Der Keuper im nordöstlichen Württemberg. Erdgesch. und landesk. Abh. aus Schwaben und Franken. Heft 3. 1922.
33. Stettner, G., Zur Stratigraphie des Keupers in Südwestdeutschland. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde. 1921.
34. Strigel, A., Das süddeutsche Buntsandsteinbecken. Verh. d. naturh.-med. Ver. zu Heidelberg. N. F. 16 1929.
35. Stoll, H., Versuch einer stratigraphischen Gliederung des Stubensandsteins im westlichen Württemberg. Jahresber. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. N. F. 18. 1929.
36. Thürach, H., Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken usw. Geogn. Jahresh. 1888/89.
37. — Beiträge zur Kenntnis des Keupers in Süddeutschland. Geogn. Jahresh. 1901.
38. Vollrath, P., Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des fränkischen Wellengebirges. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 50.
39. — Die Transgression des Jurameeres zwischen Schwäbischer Alb und Schweizer Jura. Centralbl. f. Min. etc. 1924.
40. — Zur Stratigraphie des Lias α in Süddeutschland. Centralbl. f. Min. etc. 1928.
41. — Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Blatt Waiblingen 1925.
42. — Beiträge zur vergleichenden Stratigraphie und Bildungsgeschichte des mittleren und oberen Keupers in Südwestdeutschland. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 60.
43. Wagner, G., Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des oberen Hauptmuschelkalkes in Schwaben und Franken. Geol. u. paläont. Abh. N. F. 12. 1913.

44. Wagner, G., Beiträge zur Kenntnis des oberen Hauptmuschelkalks von Mittel- und Norddeutschland. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1919.
45. — Vom oberen Hauptmuschelkalk. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde. 1914.
46. Wagner, R., Beiträge zur genaueren Kenntnis des Muschelkalks bei Jena. Abh. z. geol. Karte v. Preuß. N. F. Heft 27.
47. Wervecke, L. van, Erläuterungen zu Blatt Saarbrücken 1 : 200 000; 1906.
48. Wilser, J., Die Perm-Triasgrenze im südwestlichen Baden. Ber. d. Nat. Ges. zu Freiburg i. B. Bd. 20. 1913.
49. Zeller, Fr., Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Keupers in Schwaben. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 25. 1908.







14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
EARTH SCIENCES LIBRARY
This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

LD 21–40m-5,'65
(F4308s10)476

General Library
University of California
Berkeley

350